This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

LELAND·STANFORD·JVNIOR·VNIVERSITY

LELAND·STANFORD·JVNIOR·VNIVERSITY

-6 m

Sitzungsberichte

der

mathematisch-physikalischen Classe

der

k. b. Akademie der Wissenschaften

zu München.

THIS ITEM HAS BEEN MICROFILMED BY
STANFORD UNIVERSITY LIBRARIES
REFORMATTING SECTION 1994. CONSULT
SUL CATALOG FOR LOCATION.

1881.

STANFORD LIBRARIES

München.
Akademische Buchdruckerei von F. Straub.
1881.

In Commission bei G. Franz.

157057

Uebersicht
des Inhaltes der Sitzungsberichte Bd. XI Jahrgang 1881.

Oeffentliche Sitzung zur Feier des 122. Stiftungstages der Akademie am 28. März 1881.

Seite
v. Kobell: Nekrologe 369

Oeffentliche Sitzung zur Vorfeier des Geburts- und Namensfestes Seiner Majestät des Königs Ludwig II. am 25. Juli 1881.

Neuwahlen 469

Sitzung vom 6. November 1880.

Vogel: 1) Ueber Jodkaliumamylonnitrit 1
2) Ueber die Zusammensetzung des Zinnoxalates . . 7
W. v. Beetz: Ueber die Elasticität und das electrische Leitungsvermögen der Kohle 10
v. Jolly: Ueber eine Reihe von Thatsachen, die Ausdehnung von Flüssigkeiten durch die Wärme betreffend, von H. Schröder 23
v. Schlagintweit-Sakünlünski: Die Compositae des Herbarium Schlagintweit aus Hochasien und südlichen indischen Gebieten 57

Sitzung vom 4. December 1880.

v. Jolly: Ueber Volumänderungen einiger Metalle beim Schmelzen von F. Nies und A. Winkelmann 63
W. v. Beetz: Ueber Spannungsdifferenzen zwischen sich berührenden Flüssigkeiten mit Berücksichtigung der Concentration von Erasmus Kittler (mit 1 Tafel) 113

Sitzung vom 8. Januar 1881.

Vogel: Beitrag zur Kenntniss des Copal's 145
W. v. Beetz: Noch eine Bemerkung zur Frage nach der Natur der galvanischen Polarisation 161
v. Jolly: Ueber den Luftwiderstand bei kleinen Geschwindigkeiten von Dr. W. Braun und A. Kurz 165
v. Pettenkofer: Ueber die Bewegung der Luft in den Sielen von München. Von Dr. v. Rozsahegyi 196
v. Kobell: Ueber Polarisationsbilder an Zwillingen zweiaxiger Krystalle 199

Sitzung vom 5. Februar 1881.

v. Pettenkofer: Ueber den Nachweis und die Giftigkeit des Kohlenoxydes und sein Vorkommen in Wohnräumen. Von Dr. Max Gruber 203
v. Kobell: Ueber das Verhalten des Dolomit gegen Essigsäure von K. Haushofer 220
G. Bauer: Ueber eine Eigenschaft des geradlinigen Hyperboloids von H. Schröter 238
G. Bauer: Ueber Tripel von Geraden, welche auf einem Hyperboloid liegen 241
W. v. Beetz: Berichtigung 248

Sitzung vom 5. März 1881.

A. Vogel: Ueber Sickerwasser 259

Nachtrag zur Sitzung vom 5. Juni 1880.

v. Pettenkofer und v. Voit: Zur Frage der Ausscheidung gasförmigen Stickstoffs aus dem Thierkörper 270

Sitzung vom 5. März 1881.

C. W. Gümbel: Nachträge zu den Mittheilungen über die Wassersteine (Enhydros) von Uruguay und über einige süd- und mittelamerikanische sogen. Andesite 321

Sitzung vom 11. Juni 1881.

v. Bischoff: Ueber Brachycephalie und Brachyencephalie des Gorilla und der anderen Affen 379
v. Nägeli: Ueber das Wachsthum der Stärkekörner durch Intussusception 391

Sitzung vom 9. Juli 1881.

A. Vogel: Ueber Nicotinbestimmung und Tabakverbrennungsprodukte 439
v. Jolly: Theorie der Drehung der Polarisationsebene von E. Lommel 454

Einsendungen von Druckschriften 139, 249, 470

STANFORD LIBRARY

Sitzungsberichte

der

königl. bayer. Akademie der Wissenschaften.

Mathematisch-physikalische Classe.

Sitzung vom 6. November 1880.

Herr Vogel hält einen Vortrag:

1) „Ueber Jodkaliumamylonnitrit."

In einer früheren Abhandlung[1]) habe ich schon angegeben, dass die kalt bereitete Lösung von Stärkmehl, wie man sie erhält, wenn man weisse Oblaten mit kaltem Wasser übergiesst und einige Zeit stehen lässt, sich ganz besonders zu dem Vorlesungsversuche eignet, um die schnelle Entfärbung des Jodamylon's durch Erwärmen zu zeigen. Je nach der Concentration der Lösung tritt die Entfärbung bei + 72° C bis zu 90° C ein. Die blaue Farbe erscheint wieder, wenn man den Glaskolben, in welchem der Versuch ausgeführt worden, in kaltes Wasser eintaucht.

Die Entfärbung einer blauen Jodamylonlösung durch Erwärmen hängt allerdings, wie schon früher beobachtet, mit einer theilweisen Verflüchtigung des Jodes zusammen. Davon kann man sich leicht überzeugen, wenn man über

1) Buchner's N. Repertorium für Pharm. 1874. Bd. 23 Heft 1 S. 3.

die in einem Glaskolben kochende Flüssigkeit ein mit Stärkekleister bestrichenes Papier bringt; es färbt sich sogleich blau.

Jodamylon wurde, um das Austreten des Jodes zu verhindern, in zugeschmolzenen Glasröhren theils im Lichte, theils im Dunkeln aufbewahrt. Durch den Einfluss des Sonnenlichtes verschwindet die Farbe in kurzer Zeit, hält sich im Dunkeln lange Zeit, verschwindet aber doch endlich. Die Entfärbung geht auch hier, ähnlich wie beim Erwärmen, schneller vor sich mit verdünnter, als mit concentrirter Lösung. Setzt man das Kochen so lange fort, bis ein über die Oeffnung des Kochkolbens gehaltenes Kleisterpapier nicht mehr reagirt, so tritt die blaue Färbung beim Abkühlen nicht mehr ein, durch Zusatz von Salpetersäure, Chlor u. s. w. wird die blaue Farbe indess wieder hervorgerufen. Es ist somit doch immer noch Jod mit Amylon in Verbindung vorhanden. Hiernach existirt offenbar eine farblose Jodamylonverbindung, welche mitunter geläugnet wird.

Eine besser haltbare Jodamylonlösung wird erhalten durch Versetzen einer Jodkaliumamylon-Nitritlösung mit etwas salpetriger Säure. Wenn man dieser auf angegebene Weise dargestellten Lösung, mit einigen Tropfen einer verdünnten Auflösung von Kaliumnitrit vermischt, etwas Salpetersäure zusetzt, so entsteht sogleich tiefblauschwarze Färbung. Diese verschwindet aber beim Erwärmen nicht, sondern erst nach längerem Kochen und nach dem Abrauchen erhält man unter starker Jodentwicklung eine farblose Flüssigkeit. Erst nachdem die blaue Flüssigkeit stark mit Wasser verdünnt worden, tritt die vollständige Entfärbung nahe dem Kochpunkte ein; die blaue Farbe erscheint aber sogleich wieder beim Abkühlen durch Eintauchen des Gefässes in kaltes Wasser. In dieser Weise ausgeführt eignet sich der Versuch besonders zu Demonstrationen in Vorlesungen.

Um Nitrite nachzuweisen, benützt man neben anderen auch deren Eigenschaft, aus Jodwasserstoffsäure Jod abzuscheiden oder mit Schwefelsäure angesäuert Jodkaliumstärke blau zu färben. Letztere Reaktion lässt sich auch gut benützen, um in Salpetersäure einen Gehalt an salpetriger Säure zu erkennen.

Nachstehende Versuche sind zu dem Zwecke angestellt worden, um zu ermitteln, wie sich überhaupt saure Flüssigkeiten zu nitrithaltigem Jodkaliumstärkekleister verhalten. Die Reaktionsflüssigkeit wurde in der Art hergestellt, dass man zu stark verdünntem Jodkaliumkleister so viel von einer Lösung reinen Kaliumnitrites zusetzte, dass in einer Probe davon ein paar Tropfen verdünnter Essigsäure sofort eine tiefdunkelblaue Färbung hervorbrachten. Als saure Flüssigkeiten benützte ich verdünnte Lösungen verschiedener anorganischer Säuren, einiger saurer Salze und ausserdem Harn, Milch und Bier.

Ein Tropfen verdünnter Schwefel-, Salz-, Salpeter- und Phosphorsäure, sowie von Lösungen der Oxal-, Essig-, Wein-, Milch-, Apfel-, Citronen- und Bernsteinsäure, selbst der Salicyl-, Milchzucker-, Benzoë-, Ameisen-, Fumar-, Butter- und Valeriansäure reichten hin, die blaue Reaktion hervorzubringen. Ebenso verhielten sich Lösungen von Weinstein, saurem oxulsaurem Kali (Kleesalz), saurem phosphorsaurem Natron. Kohlensäure, sowie sehr schwache oder schwer lösliche Säuren, wie Borsäure, krystallinische arsenige Säure, Harnsäure, Carbolsäure, Gerbsäure hatten keinen Einfluss; in gleicher Weise verhielten sich Milch, Harn und Bier.

Letztere Erscheinung musste zunächst befremdend sein, da doch frischer normaler Harn vorzugsweise wegen seines Gehaltes an saurem phosphorsaurem Natron und Bier neben dem Kohlensäuregehalte wegen freier Milchsäure deutlich sauer reagiren, trotzdem aber auf die Reaktionsflüssigkeit unwirksam bleiben, obwohl nach den vorerst angestellten

Versuchen Milchsäure und saures phosphorsaures Natron deutlich reagirten. Als der Versuch auch mit Pikrinsäure ausgeführt wurde, zeigte eine Lösung derselben ebensowenig Einfluss auf die nitrithaltige Jodkaliumamylonlösung; die tiefblaue Färbung trat jedoch augenblicklich ein, nachdem einige Krystalle von Pikrinsäure hinzugebracht worden. Es kömmt nämlich bei Hervorrufung der Reaktion auf den Grad der Verdünnung an, in welchem die Säuren oder sauren Salze gelöst enthalten sind und damit stimmt denn auch die beobachtete Thatsache überein, dass sehr schwache oder schwer lösliche Substanzen keine Wirkung äusserten.

Um mich von der Richtigkeit dieser Anschauung zu überzeugen, stellte ich in dieser Richtung einige Versuche an.

1 gramm englische Schwefelsäure (1,8 spec. Gew.) wurde mit einem Liter Wasser verdünnt. Ein Tropfen davon bewirkte sofort die Reaktion. Bei doppelter Verdünnung (1 : 2000) reagirten mehrere Tropfen der sauren Flüssigkeit deutlich in wenigen Secunden. Bei einer Verdünnung von 1 : 4000 äusserte selbst ein vierfaches Volumen der sauer reagirenden Flüssigkeit dem Jodkaliumpräparate zugesetzt keine Wirkung mehr. 1 gramm chemisch reine Salzsäure mit einem Liter Wasser verdünnt blieb ohne Wirkung; beim Verhältniss von 1 : 500 war die Reaktion deutlich. Chemisch reine Phosphorsäure im Verhältniss von 1 : 1000, von 1 : 500, sowie von 1 : 350 mit Wasser verdünnt gab keine Reaktion, dieselbe trat aber deutlich hervor bei einem Verdünnungsverhältniss von 1 : 250 nach dem Zusatze des dreifachen Volumens der verdünnten Säure. Verdünnte Oxalsäure im Verhältnisse von 1 : 2000 blieb selbst beim Zusatz des vierfachen Volumens unwirksam; beim Verhältniss von 1 : 1000 zeigte ein gleiches Volumen deutlich die Reaktion, ein doppeltes Volumen aber intensiv. Oxalsäure im Verdünnungsverhältniss von 1 : 500 gab beim Zusatz eines gleichen Volumens deutliche Reaktion, bei doppeltem Volumenzusatz

intensive Reaktion. Eine Verdünnung von 1 : 700 wirkte bei Zusatz eines dreifachen Volumens der Säure noch deutlich, bei der Verdünnung von 1 : 1000 entstand durch das fünffache Volumen keine Reaktion mehr.

Milchsäure reagirte bei einer Verdünnung von 1 : 100 im Zusatz einiger Tropfen deutlich, ebenso noch bei einer Verdünnung von 1 : 200. Von einer 1 : 500 verdünnten Säure musste man zur Hervorbringung einer deutlichen, aber später eintretenden Reaktion das doppelte Volumen zusetzen und bei einer Verdünnung von 1 : 800 blieb selbst ein Zusatz des sechsfachen Volumens auch nach längerer Zeit ohne Wirkung.

Diese Beispiele genügen, um darzuthun, dass zwar die meisten Säuren in ihren Verdünnungen noch auf Nitrite zersetzend wirken und somit auf Zusatz von Jodkaliumstärke Reaktion hervorrufen, dass es aber dabei stets auf die Natur und den Grad der Verdünnung der Säure ankomme. Beim Ansäuren von nitrithaltigen Flüssigkeiten dürfte sich daher zum Nachweise der salpetrigen Säure fast ausschliesslich Schwefelsäure empfehlen.

Um Nitrate in Nitriten zu entdecken — ein der Natur der Sache nach häufiges Vorkommen — ist die von Piccini angegebene Methode[2]) nach meinen Versuchen sehr geeignet. Man löst die zu untersuchende Substanz nebst einer genügenden Menge Harnstoff in Wasser auf und fügt diese Lösung nach und nach zu einer Auflösung von Harnstoff in verdünnter Schwefelsäure, wartet bis die Zersetzung beendigt und fügt dann Jodkaliumamylon zu, wobei die Flüssigkeit farblos bleiben muss. Tritt aber, nachdem man ein Stückchen Zink zugefügt hat, Blaufärbung ein, so lässt diess die Anwesenheit von Salpetersäure erkennen.

Aus der Angabe dieser Verdünnungsgrade erklärt sich auch der Umstand, wesshalb Jodkaliumkleisternitrit zum

2) Zeitschrift für analytische Chemie. 19. Jahrgang H. III. S. 354.

Nachweise von Schwefelsäure oder Salzsäure in künstlichem kohlensauren Wasser, so wie zur Prüfung von Bier, Milch und Harn nicht tauglich erscheint.

Die Empfindlichkeit der Jodkaliumnitritlösung ist nicht so gross, als die einer gut bereiteten Lakmustinktur. Wie schon aus vorstehenden Versuchen sich ergibt, wird Lakmustinktur noch deutlich roth gefärbt von einer stark verdünnten Säurelösung, welche auf die Jodkaliumamylonnitritlösung nicht mehr wirkt. Da indessen nach meinen Angaben Kohlensäure keinen zersetzenden Einfluss auf Nitrite auszuüben vermag, so habe ich es versucht, Jodkaliumamylonnitrit als Indikator in der Alkalimetrie und Acidimetrie in Anwendung zu bringen. Bekanntlich prüft man künstliches kohlensaures Wasser auf einen Gehalt an Mineralsäuren durch einen Zusatz von Lakmustinktur. Die durch das kohlensaure Wasser jedenfalls geröthete Lakmustinktur muss durch Aufkochen ihre ursprüngliche Farbe wieder annehmen für den Fall, dass die Röthung ausschliesslich von Kohlensäure herrührt, welche beim Aufkochen entweicht, bleibt die rothe Farbe nach dem Aufkochen theilweise unverändert ohne ganz zu verschwinden, so dient diess zum Beweise der Gegenwart fremder nicht flüchtiger Säuren. Diese vorübergehende durch Einwirkung der Kohlensäure eintretende Röthung ergibt sich selbstverständlich auch bei der Werthbestimmung der Soda oder Pottasche durch Normalschwefelsäure, es muss durch öfteres Aufkochen der Punkt getroffen werden, wobei die rothe Farbe stabil bleibt. Da nun die Kohlensäure durchaus nicht auf die Jodkaliumamylonnitritlösung wirkt, so könnte diese Lösung ein einfaches Mittel zur Werthbestimmung der Carbonate gewähren. Man hätte dabei den Vortheil, öfteres Aufkochen unterlassen zu können. Es müsste durch weitere Versuche festgestellt werden, ob die geringere Empfindlichkeit dieses Reagens im Vergleiche mit Lakmustinktur kein Hinderniss in den Weg stellt.

---

2) „Ueber die Zusammensetzung des Zinnoxalates."

In einer früheren Arbeit[3]) habe ich nachgewiesen, dass kleesaures Zinnoxydul auch nach längerem Erwärmen bei 100° C im trocknen Luftstrome hartnäckig Wasser zurückhält. Eine höhere Temperatur zum Trocknen anzuwenden, wird durch die leichte Zersetzbarkeit des Salzes, welche schon bei einer 100° C wenig überschreitenden Temperatur beginnt, völlig ausgeschlossen. Hiebei tritt ausserdem eine bedeutende Volumvermehrung ein, so dass auch bei vorsichtigstem Erwärmen in langen Glasröhren das Entführen einzelner Theilchen der Substanz durch die entweichenden Gasarten unvermeidlich erscheint.

Erhitzt man Zinnoxalat, erhalten durch Fällung von Zinnchlorür mittelst freier Kleesäure oder kleesaurer Salze, nachdem es bei längerem Trocknen im Luftstrome keine Gewichtsabnahme mehr zeigte, in einem Proberohre behufs der Zersetzung, so zeigt sich stets ein Anflug von Wasser. Ob dieser Wassergehalt zur chemischen Constitution des Salzes gehöre oder ob es von demselben nur hygroskopisch hartnäckig zurückgehalten werde, glaubte ich damals (a. a. O.) nur auf dem etwas umständlichen Wege entscheiden zu können, dass ich denselben durch die quantitative Bestimmung der übrigen Bestandtheile aus der Differenz ableitete. Die prozentige Zusammensetzung hatte sich nach der direkten quantitativen Analyse zu

Zinnoxydul	63,9
Oxalsäure	33,5
Wasser	2,6

ergeben.

3) Beitrag zur Kenntniss der oxalsauren Salze. Abh. d. k. b. Akad. d. Wiss. II. Cl. VII. Bd. III. Abth. S. 670.

Berechnet man diese Zusammensetzung auf wasserfreies und auf wasserhaltiges Salz, d. h. mit 1 Aeq. Wasser, so ergibt sich aus dem Vergleiche beider Zusammensetzungen, indem das wasserhaltige Salz 7,8 proc. Wasser verlangt, mit grosser Wahrscheinlichkeit, dass jener Anflug von Wasser nur von hygroskopischer Feuchtigkeit herrührte.

In neuerer Zeit ist es gelungen, ein vollkommen wasserfreies Salz durch direktes Trocknen herzustellen. Bei 100° C im Luftstrome so lange getrocknetes Salz, bis keine Gewichtsabnahme mehr stattfand, war längere Zeit über Schwefelsäure in einem wohlverschlossenen Trockenapparat auf dem Ofen gestanden, genauer gesagt, mehrere Monate des Winters hindurch vergessen worden. Dieses in solcher Weise getrocknete Salz zeigte nun beim Erhitzen in einem Proberohre behufs der Zersetzung über der Lampe durchaus keinen Anflug von Wasser mehr. Es ergiebt sich hieraus, dass das kleesaure Zinnoxydul entschieden als wasserfrei angesehen werden muss. Nach wenigen Tagen ausgebreitet der Luft ausgesetzt hatte das Pulver wieder so viel Wasser aufgenommen, dass sich beim Erhitzen über der Lampe im Glasrohre ein Wasseranflug zeigte.

Erhitzt man Zinnoxalat bei abgehaltenem Luftzutritt, so zerfällt die Kleesäure in Kohlensäure und Kohlenoxyd, es bleibt schwarzes Zinnoxydul zurück. Eine bekannte Eigenschaft dieses Zinnoxyduls ist es, dass es sich an der Luft entzünden lässt und dann wie Zunder fortbrennt, hierin abweichend von dem aus Eisenoxalat gewonnenen fein vertheiltem Eisenoxydul, welches bekanntlich frisch bereitet, sobald es mit atmosphärischer Luft in Berührung tritt, schon im kalten Zustande sich spontan entzündet und fortbrennt. Entzündet man das aus dem Zinnoxalat erhaltene schwarze Zinnoxydul mit einer Flamme, so verbrennt es langsam unter lebhaftem Erglühen zu Zinnoxyd.

Es musste schon bei meinen früheren Versuchen auf-

fallen, dass das aus verschiedenen Operationen erhaltene Zinnoxydul, wobei doch stets Rothglühhitze stattfand, immer noch Kohlensäure zurückgehalten hatte, wesshalb ich nochmals auf diesen Gegenstand zurückkomme. Wiederholt wurde aus Zinnoxalat Zinnoxydul dargestellt und in demselben ebenfalls stets Kohlensäure nachgewiesen. Behandelt man dieses Zinnoxydul mit Salzsäure, so tritt Gasentwicklung ein, jedoch sehr schwach und langsam, so dass sie allerdings wohl übersehen werden könnte. Die quantitative Kohlensäurebestimmung ergab den Kohlensäuregehalt zu 4 bis 5 proc. Da nun, wie schon früher nachgewiesen, bei der Zersetzung des Salzes der ganze entsprechende Gehalt an Kohlensäure als Gas erhalten wird, so muss somit die hier gefundene Kohlensäure offenbar als solche und nicht als Kohlenoxyd in dem Zinnoxydul vorhanden sein.

Nach Wiederaufnahme meiner früheren Versuche kann ich nur meine damals schon ausgesprochene Ansicht wiederholen, dass das Zurückbhalten jener mit der Basis durchaus in keinem äquivalenten Verhältniss stehenden Menge von Kohlensäure bei einer so hohen Temperatur in dem Zinnoxydul bedingt werde durch Annahme einer Contaktwirkung, wie solche im feinvertheilten Platin z. B. für Gase in so ausserordentlichem Grade thätig ist. —

Herr W. von Beetz sprach:

„Ueber die Elasticität und das electrische Leitungsvermögen der Kohle."

1. Elasticität.

Die Kohlenstäbe, welche gegenwärtig für die Zwecke der electrischen Beleuchtung gebraucht werden, zeigen ein so gleichmässiges Gefüge, dass es möglich ist, ihren Elasticitätsmodul auf akustischem Wege zu bestimmen. Ich wandte hierzu cylindrische Stäbe von E. Carré in Paris an. Die Stäbe wurden in ihrer Mitte zwischen zwei Fingern gehalten und dann ihrer Länge nach zwischen zwei mit Kolophonium eingeriebenen Fingern gestrichen. Der helle, reine Longitudinalton, welcher dadurch entstand, wurde durch Vergleich mit einer Königschen halbtönigen Stimmgabelserie bestimmt und zwar dadurch, dass der Stab solange verkürzt wurde, bis sein Ton mit einer der höheren Octaven eines der Stimmgabeltöne übereinstimmte.

Das specifische Gewicht der Stäbe war nicht in der ganzen Länge derselben das gleiche; es wurde desshalb von jedem Ende eines jeden Stabes ein ungefähr 6 cm langes Stück abgeschnitten, dessen specifisches Gewicht bestimmt, und das Mittel aus beiden Bestimmungen als die mittlere Dichtigkeit in Rechnung gebracht.

Es wurden acht Stäbe untersucht, drei derselben, VI, VII und VIII in verschiedenen Längen. In der nachfolgenden Tabelle sind die Stäbe nach ihrer Dicke (in Milli-

metern gemessen), geordnet. Ihr specifisches Gewicht ist durch s, ihre Länge durch l (in Metern), die Tonhöhe ihres Longitudinaltones durch t (pariser Stimmung) und dessen Schwingungszahl durch n (ganze Schwingungen) ausgedrückt. Aus diesen gegebenen Grössen ist dann der Elasticitätsmodul E nach der Formel

$$E = \frac{4\,n^2\,l^2\,s}{g}\;\frac{kgr}{q.mm}$$

berechnet, wobei g = 9810 mm genommen ist.

Stab	d	s	l	t	n	E
I	2	1,631	0,531	ais_4	3686	2548
II	3	1,593	0,495	ais_4	3686	2162
III	3	1,564	0,400	c_5	4138	1747
IV	4,9	1,596	0,512	a_4	3480	2063
V	5	1,580	0,498	a_4	3480	1935
VI	5,2	1,590	0,498	a_4	3480	1947
			0,419	c_5	4138	1950
			0,294	fis_5	5852	1919
VII	10	1,547	0,505	g_4	3100	1546
			0,396	h_4	3906	1513
VIII	10	1,532	0,503	g_4	3100	1534
			0,375	c_5	4138	1506

Der Elasticitätsmodul dieser Stäbe wächst also mit der Dichte derselben und diese ist (der Regel nach) bei den dünneren Stäben eine grössere als bei den dickeren. Nur Stab III machte von dieser Regel eine merkliche Ausnahme. Der Ton der dünnen Stäbe änderte sich bei wiederholtem Streichen bedeutend in Folge der eintretenden Erwärmung. Durchschnittlich kommt der Elasticitätsmodul dieser Kohlenstäbe dem des Bleies gleich.

2. Leitungsvermögen.

Die absoluten Angaben über das Leitungsvermögen der Kohle bei gewöhnlicher Temperatur (resp. bei 0°) schwanken innerhalb sehr weiten Grenzen, wie das nicht anders zu erwarten ist, da die unter den Namen Kohle und Graphit aufgeführten Körper häufig Gemische verschiedenster Art sind. Nur für die Retortenkohle stimmen die Ergebnisse welche verschiedene Beobachter erhalten haben, ziemlich gut mit einander überein. Da in den später veröffentlichten Arbeiten die früheren zum Theil übersehen worden sind, so stelle ich die mir bekannten Messungen hier zusammen, sämmtlich überrechnet auf das specifische Leitungsvermögen des Quecksilbers = 1.

Matthiessen[1]	Schrader[2]	Beetz[3]	Auerbach[4]	Siemens[5]
		Graphit:		
0,00412 bis 0,00242		0,00455		
		Bunsensche Batteriekohle:		
0,00177		0,00017 bis 0,0138		
		Retortenkohle:		
0,0236	0,0167 bis 0,0087	0,0110 bis 0,0288	0,0159 bis 0,0130	0,0136

Ungleich grösseres Interesse als diese absoluten Angaben hat die Frage nach der Veränderlichkeit des electrischen Leitungsvermögens der Kohle mit der Temperatur gewonnen.

1) Pogg. Ann. 103 p. 431 (1858).
2) Göttinger Nachr. 1875 p. 325.
3) Pogg. Ann. 158 p. 655 (1876).
4) Göttinger Nachr. 1879 p. 209.
5) Berl. Monatsb. 1880 p. 10.

Die Thatsache, dass mit steigender Temperatur dieses Leitungsvermögen zunimmt, wie das von Electrolyten, wurde zuerst von A. Matthiessen[6]) beobachtet, bald darauf von mir[7]) bestätigt. Meine hierauf bezügliche Angabe ist von meinem Freunde Siemens[8]) nicht ganz richtig aufgefasst worden: derselbe sagt, ich hätte jene Thatsache für künstliche Kohle, nicht aber für Retortenkohle bestätigt gefunden. Meine Worte aber sind: „Unter den vielen Kohlenstücken, welche ich prüfte, fand ich übrigens eins, dessen Leitungsfähigkeit sich beim Erwärmen fast garnicht veränderte, ein anderes, dessen Leitungsfähigkeit beim Erwärmen sogar etwas abnahm." Es handelte sich nur um einzelne Exemplare solcher Retortenkohle, nicht um die ganze Species der Retortenkohlen, und ich bin überzeugt, dass auch diese scheinbaren Ausnahmen nur secundären Umständen zuzuschreiben waren, denn auch später habe ich bei den verschiedensten Kohlensorten nur Zunahme des Leitungsvermögens mit der Temperatur beobachtet.

Messende Versuche über den Betrag dieser Veränderung des Leitungsvermögens der Kohle liegen vor von Matthiessen, Borgmann[9]), Auerbach und Siemens.

Im Laufe des vorigen Winters, also noch ehe mir die Siemenssche Arbeit bekannt war, hatte ich durch meinen ersten Assistenten, Herrn Kemlein, Messungen über die Widerstandsveränderung in sehr gleichförmigen für die Zwecke der electrischen Beleuchtung gefertigten Kohlenstäben von Carré in Paris ausführen lassen und später hat derselbe diese Messungen ausgedehnt auf zwei verschiedene Stäbe aus Retortenkohle, welche von Duboscq

6) a. a. O. p. 432.

7) Pogg. Ann. 111. p. 119 (1860).

8) a. a. O. p. 1.

9) Journal der russ. phys. chem. Gesellschaft 9., p. 163; Beibl. 1877. p. 288.

ebenfalls für den Gebrauch in electrischen Lampen bezogen worden waren. Die untersuchten Stäbe waren an beiden Enden verkupfert, die dicken kupfernen Zuleitungsdrähte an diese Kupferkappen angelöthet. Die Erwärmung geschah in einem Luftbade, wie es Magnus in seiner Arbeit über die Ausdehnung der Luft beschrieben hat.[10]) Die Temperatur erreicht in demselben eine sehr constante Höhe, freilich erst nach längerem Heizen; dieselbe ist in den folgenden Tabellen durch t bezeichnet. Der Widerstand w der Stäbe wurde mittelst einer Siemensschen Brücke gemessen; in den unten angegebenen Zahlen ist der Widerstand der Zuleitungsdrähte schon in Abrechnung gebracht. Als Ausgangstemperatur diente in allen drei Fällen 19°, so dass dt den Unterschied der gemessenen Temperatur von 19° bezeichnet. Δ ist die für diesen Temperaturunterschied beobachtete Widerstandsabnahme, Δ_1 die daraus berechnete Widerstandsabnahme für 1° und c der Coëfficient dieser Abnahme auf den ursprünglichen Widerstand = 1 bezogen.

Die Versuche ergaben anfangs unregelmässige Abnahmen des Widerstandes bei zunehmender Temperatur, zuweilen sogar Zunahmen. Der Grund dieser Erscheinung war wohl der, dass die Kohlen noch nicht ganz trocken waren. Nachdem dies durch längeres Erhitzen erreicht war, wurden folgende Zahlen gefunden:

I. Kohle von Carré.

Länge = 116 mm. Querschnitt = 3,06 q. mm. Spec. Gew. = 1,615.

t	w	dt	Δ	Δ_1	c
12	1,465				
99	1,425	80	0,038	0,00047	0,00032
107	1,421	88	42	48	33
96	1,427	77	36	47	32

10) Pogg. Ann. 57 p. 185 (1842).

t	w	dt	Δ	Δ_1	c
137	1,410	118	53	45	31
13	1,465				
99	1,425	80	38	47	32
106	1,422	87	41	47	32
100	1.425	81	38	47	32
138	1,409	119	54	46	32
156	1.399	137	64	47	32
19	1,463	0			
68	1,441	22	22	44	30
71	1,436	27	27	52	35

Mittel c = 0,000321

II. Grobkörnige Retortenkohle.

Länge = 151 mm. Querschnitt = 26,4 q. mm. Spec. Gew. = 1,913.

t	w	dt	Δ	Δ_1	c
18	0,1837				
74	0,1810	55	0,0026	0,000047	0,00026
76,5	0,1809	57,5	27	47	26
77	0,1809	58	27	46	25
133,5	0,1773	114,5	58	51	28
134	0,1778	115	58	50	27
173	0,1757	154	79	51	28
197	0,1740	178	96	54	29
19	0,1836	0			
73	0,1809	54	27	50	27
77	0,1807	58	29	50	27
79	0,1805	60	31	52	29
80	0,1805	61	31	51	28
130	0,1779	111	57	51	28
126	0,1780	107	56	52	28

Mittel c = 0,000285

Feinkörnige Retortenkohle.

Länge = 122 mm. Querschnitt = 33,9 q.mm. Spec. Gew. = 1,900.

t	w	dt	Δ	Δ_1	c
15	0,1554				
91	0,1520	72	0,0034	0,000047	0,00030
93	0,1519	44	35	47	30
141	0,1490	122	64	52	33
189	0,1457	170	97	57	36
184	0,1476	175	78	45	29
184	0,1576	175	78	45	29
15,5	0,1553				
64,5	0,1536	45,5	19	40	26
66	0,1536	47	19	39	25
119	0,1510	100	44	44	28
17,5	0,1555				
85,5	0,1525	66,5	29	43	27
84	0,1526	65	28	43	27
152	0,1504	133	50	38	25
19	0,1554	0			

Mittel c = 0,000287

Was die von Auerbach mitgetheilten Versuche betrifft, denen zufolge das Leitungsvermögen mit zunehmender Temperatur abnehmen soll, so hat Siemens bereits nachgewiesen, dass diese Angabe nur durch secundäre Umstände veranlasst sein kann. Es bleiben also nur die Versuchsergebnisse von Matthiessen, Borgmann, Siemens und Kemlein zu vergleichen. In welcher Weise Borgmann die Leitungsdrähte an den Kohlen befestigte, ist aus dem (von ihm selbst für die Beiblätter verfassten) Referate, das mir allein zugänglich war, nicht zu ersehen. Die anderen drei Beobachter hatten die Vorsicht gebraucht, die Enden

der Kohlenstäbe zu verkupfern. Die zu den Versuchen von Kemlein verwandten Stäbe von Retortenkohle waren ziemlich dick, ihr absoluter Widerstand also gering; deshalb stimmen die einzelnen Beobachtungen unter einander nicht so gut überein, wie die am Carréschen Kohlenstabe angestellten. Ich stelle die gefundenen Temperaturcoëfficienten hier zusammen:

	Matthiessen	Siemens	Kemlein
Retortenkohle	0,00245	0,000345	0,000285
			0,000287
Künstliche Kohle		0,000301	0,000321

	Borgmann
Holzkohle	0,00370
Anthracit	0,00265
Graphit	0,00082
Coke	0,00026

Die Angaben von Siemens, von Kemlein und die von Borgmann, welche sich auf Coke beziehen, stimmen also nahe unter einander überein, während die von Matthiessen und die übrigen von Borgmann herrührenden viel grössere Werthe ergeben. Alle Beobachtungen aber bestätigen die Zunahme des Leitungsvermögens mit der Temperatur.

Was die Ursache dieser Zunahme betrifft, so habe ich vor 20 Jahren versucht, dieselbe aufzufinden.[11]) Der Umstand, dass Metalloxyde, deren Structur der der Kohle ähnlich ist (z. B. Braunstein), nach Meidinger[12]) ganz dieselbe Erscheinung zeigen, veranlasste mich, diese Erscheinung eben aus der Structur zu erklären. Ich nahm

11) Pogg. Ann. III p. 619 (1860).
12) Dingl. pol. J. 148 p. 364 (1860).

an, dass durch die Erwärmung Gruppen von Molecülen sich inniger an einander drängen und dadurch den ganzen Körper zu einem besseren Leiter machen; durch Versuche mit Metallpulvern (Platinschwamm) die bei höherer Temperatur sich ebenfalls in bessere Leiter verwandeln, suchte ich meine Erklärung zu stützen. Diese Erklärung hat ein komisches Schicksal gehabt. Exner[13]) schreibt sie Matthiessen zu, sogar mit Citirung der Stelle, an welcher sie stehen soll; Auerbach[14]) findet, dass sie da nicht steht, und schliesst daraus, dass sie wohl Exner selbst zuzuschreiben sein dürfte. Was die Erklärung selbst betrifft, so hat Borgmann Zweifel gegen deren Zulässigkeit erhoben, weil die Widerstandszunahme im dichten Graphit grösser sei, als im porösen Coke, und Siemens hat sie auf Retortenkohle nicht anwendbar gefunden, weil diese nicht als ein zusammengebackenes Kohlenpulver, sondern als eine homogene Masse zu betrachten sei. Der Versuch ergab überdiess, dass solche Kohle auch durch starkes Pressen kein besserer Leiter wurde. Auch Naccari und Pagliani[15]) fanden, dass Kohlenstäbe durch Druck ihren Widerstand nur wenig änderten, während Ferrini[16]) an allen Stäben aus gepresster Kohle, namentlich an solchen von Carré, eine Widerstandsabnahme bei zunehmendem Drucke beobachtete und zwar eine um so beträchtlichere, je weniger dicht und hart die Kohlen waren. Siemens hat deshalb für die Widerstandsabnahme der Kohle mit der Temperatur eine andere Erklärung gegeben. Er vergleicht ihr Verhalten mit dem des Selens, dessen Leitungswiderstand ebenfalls mit steigender Temperatur abnimmt; eine Erscheinung, welche Hittorf[17]) aus einem

13) Wiener Sitzungsb. 16. März 1876 p. 1.
14) Göttinger Nachr. 1879 p. 269.
15) N. Cimento (3) 7 p. 120 (1880).
16) ebend. (3) 6 p. 53 (1879).
17) Pogg. Ann. 84 p. 214 (1851).

Uebergange des Selens in eine allotrope Modification erklärt hat. Einen gleichen Grund nimmt Siemens für das Auftreten derselben Erscheinung bei der Kohle an. Zugegeben, dass diese Erklärung für die Kohle zutreffend sei, so ist sie es gewiss nicht für die Metalloxyde, die doch ein ganz ähnliches Verhalten zeigen. Ich habe mich zunächst von dem Betrage überzeugt, welchen der Abnahmecoëfficient des Widerstandes bei einem solchen Oxyde, dem Mangandioxyde, hat. Ein Pyrolusitstab wurde an beiden Enden verkupfert, dann wurden, wie oben, kupferne Leitungsdrähte an die Enden angekupfert. Der Stab wurde dann im Luftbade erwärmt und sein Widerstand wurde bei verschiedenen Temperaturen untersucht. Als Anfangstemperatur für die Beobachtungen galt diesmal 20°. Mit Anwendung der vorher gebrauchten Bezeichnungen wurde Folgendes gefunden:

Pyrolusit.

t	w	dt	Δ	Δ_1	c
18	27,25				
84	21,60	64	5,50	0,0859	0,00317
100,2	20,60	80,2	6,50	815	301
125	19,20	10,5	7,90	735	271
64	23,50	44,5	3,60	819	302
136,5	18,50	116,5	8,60	738	272
179	15,05	159	12,05	758	280
138	17,70	118	9,40	797	294
= 20	27,45	0			
79	21,55	59	5,55	941	347
60	23,20	40	3,90	945	359
140	17,35	120	9,75	812	300
159	16,20	139	10,90	784	290
52	24,03	32	3,05	953	352
21,4	27,00				

Mittel c = 0,00307

Der Abnahmecoëfficient steht also für Pyrolusit zwischen denen, welche Borgmann für Holzkohle und für Anthrazit gefunden hat. Für die auch bei diesem Metalloxyde mit Regelmässigkeit auftretende Widerstandsabnahme werden wir gewiss eine ähnliche Erklärung nicht gelten lassen können, wie sie für Selen und Kohle vorgeschlagen worden ist. Sollte also die früher von mir für Kohle und Metalloxyde gemeinschaftlich vorgeschlagene Erklärung auch hier nicht angenommen werden (und das muss consequenter Weise geschehen), so müssen wir uns abermals nach einer neuen umsehen. Ich habe mich früher bemüht, nachzuweisen, dass alle festen Körper, welche durch Erwärmen zu besseren Electricitätsleitern werden, electrolytisch leiten.[18]) Das geschah zu einer Zeit, zu welcher das Verhalten der Metalloxyde noch nicht bekannt war; dieselben blieben also ganz aus der Betrachtung. Jetzt habe ich nun auch den Pyrolusit in dieser Richtung untersucht. Um einen Pyrolusitstab an Electroden aus edlem Metall zu befestigen, versuchte ich, seine Enden zu vergolden, was mir aber nicht gelang. Ich umwickelte deshalb die Enden fest mit dünnem ausgeglühtem Platindraht, der dann an die zuleitenden Kupferdrähte gelöthet wurde. Stab und Platinumwicklung wurden dann in ein Sandbad gebracht, auf 120° erhitzt und wieder abgekühlt. Wurde jetzt der Strom einer vierpaarigen Chromsäurebatterie mittelst einer Wippe bald in einer, bald in entgegengesetzter Richtung durch den Stab geleitet und dann durch Umschlagen der Wippe die Verbindung der Platinelectroden mit der Galvanometerleitung hergestellt, so zeigten sich jedesmal Spuren einer, im richtigen Sinne eintretenden Polarisation, offenbar von geringen Feuchtigkeitsmengen herrührend, welche der Sand aus der (sehr feuchten) Luft aufgenommen hatte. Wurde nun das Sandbad wieder erhitzt

18) Pogg. Ann. 92 p. 452 (1854).

und der vorige Versuch bei verschiedenen Temperaturen wiederholt, so wurden regelmässig Ausschläge nach ein und derselben Seite erhalten, ohne Rücksicht auf die Richtung des Batteriestromes. In einer Versuchsreihe dieser Art wurden folgende erste Ausschläge und folgende ständige Ablenkungen des Galvanometerspiegels erhalten:

Temperatur	Stromrichtung	Ausschlag	Ablenkung
40°	+	+ 6	+ 3,5
	—	+ 6	+ 3,5
60°	+	+ 12	+ 7,5
	—	+ 12,5	+ 7,5
200°	+	+ 6	+ 3,8
	—	+ 6	+ 3,8
250°	+	+ 9,6	+ 6,1
(steigend)	—	+ 9,8	+ 6,2
	+	+ 9,9	+ 6,3
	—	+ 10,2	+ 6,7

Von der Temperatur 200° an war das Galvanometer durch Auseinanderziehen der Multiplicatoren unempfindlicher gemacht, weil die Ausschläge zu gross wurden.

Die mitgetheilten Zahlen zeigen durchaus nichts vom Verhandensein einer Polarisation; die Unabhängigkeit der Ablenkungen von der Stromrichtung beweist, dass man es nur mit einem Thermostrom zu thun hat und das Gleichbleiben der ersten Ausschläge zeigt, dass auch keine rasch vorübergehende Polarisation vorhanden war.

In einem anderen Versuche wurde ein sehr kurzes Pyrolusitstück (15 mm lang) aus einem längeren Stabe herausgebrochen. Dadurch wurde die Verschiedenartigkeit der beiden Enden vermindert. Bei empfindlichster Stellung des Galvanometers wurde erhalten:

Temperatur	Stromrichtung	Ausschlag	Ablenkung
250°	+	+ 8	+ 4,5
	—	+ 8	+ 4,5
	0	+ 8	+ 4,5
150°	+	+ 4,5	+ 3
	—	+ 4,5	+ 3
	0	+ 4,5	+ 3

Der Thermostrom war hier geringer, und blieb ganz derselbe, auch wenn garkein Batteriestrom durch den Pyrolusit geleitet worden war. Dieser Körper zeigt also keine Polarisation und leitet daher nicht als Electrolyt.

Es ist selbstverständlich, dass ich für meine ältere Hypothese keine grössere Bedeutung beanspruchen kann, als eben die einer Hypothese. Ich glaube aber doch, dieselbe noch immer aufrecht erhalten zu können, bis sie durch eine bessere ersetzt ist; denn ich kann mir nicht vorstellen, dass die Kohle, sei es gepresste oder Retortenkohle wirklich eine so durch und durch homogene Substanz sei, wie Herr Siemens meint. Auf eine solche würde die Hypothese natürlich keine Anwendung finden, da von einem Aneinanderdrängen von Molecülgruppen da nicht die Rede sein kann. Man könnte vielleicht gerade aus der Thatsache, dass Kohlenstäbe so reine Longitudinaltöne liefern, auf ihr gleichförmiges Gefüge schliessen; aber Holzstäbe geben ebenso reine Töne, und Niemand wird deren Gefüge für ein so gleichmässiges wie das eines Metalles halten. Mir scheint immer noch, als sei das gleichartige Verhalten der Kohle und der Metalloxyde deren ähnlicher, nicht homogener Structur zuzuschreiben.

Herr von Jolly spricht über eine eingeschickte Abhandlung des Herrn H. Schröder:

„Ueber eine Reihe von Thatsachen, die Ausdehnung von Flüssigkeiten durch die Wärme betreffend."

§ 1. Für eine grössere Zahl von Flüssigkeiten sind seit 1847 zuerst von Pierre, dann von H. Kopp Messungen über die Ausdehnung derselben durch die Wärme ausgeführt worden. Diesen reihten sich später weitere Untersuchungen von Pierre und Puchot und neuestens auch solche von Thorpe an.[1]) Diese Beobachtungen enthalten eine Reihe sehr lehrreicher Thatsachen über die Ausdehnung der Flüssigkeiten durch die Wärme oder ihre Contraction durch Abkühlung vom Siedepunkt ab, die ich weder von den Autoren der Beobachtungen selbst, noch von sonst einer Seite her vorgehoben finde.

Ich habe sie aus einem zweifachen Grunde einer ausführlichen Untersuchung unterworfen. Sie führen einerseits im Zusammenhang mit den Siedepunkten und Volumen zu sehr wesentlichen theoretischen Aufschlüssen über

1) Die Kopp'schen Beobachtungen finden sich in Pogg. Annal. Phys. Chem. Bd. 72 und in Liebigs Annal. Chem. Pharm. Bd. 94, 95 und 98. Die Pierre'schen in Annal. Ch. Phys. [3] Bd. 15, 19, 20, 21, 31 und 33. Diejenigen von Pierre und Puchot Ann. Chem. Phys. [4] Bd. 22, 28 und 29. Die Thorpe'schen in dem Journal of the Chemical Society für 1880.

das Verhalten der Körper und namentlich über das Walten des Sterengesetzes (§ 26 bis 29); andererseits sind sie von praktischer Bedeutung für eine Reihe anderweiter Untersuchungen (§ 25). Die erwähnten Ausdehnungsbeobachtungen sind in der Art ausgeführt und durch Interpolationsformeln wiedergegeben, dass sich das Volum bei Kochhitze berechnen lässt, wenn das bei 0° oder bei mittlerer Temperatur durch Dichtigkeitsbestimmung beobachtet ist, und dass sich das Volum für bestimmte Temperaturabstände vom Kochpunkt berechnen lässt, wenn das beim Kochpunkt gleich 1,0000 gesetzt wird.

Ich lege überall lediglich die von den betreffenden Forschern wirklich beobachteten und auf 760 mm Druck reducirten Siedepunkte, und die für diese Siedepunkte aus den Dichtigkeits- und Ausdehnungs-Messungen der betreffenden Beobachter sich berechnenden Molecularvolume, die ich kurz Volume nenne, zu Grunde. Demnächst berechne ich die Zusammenziehungen oder Contractionen, welche eine Flüssigkeit erleidet, wenn sie von ihrem Siedepunkt ab um 50° C abgekühlt wird, und gebe diese Contractionen bei allen folgenden Untersuchungen, obwohl in Zehntausendtheilen des Volums bei Kochhitze berechnet, doch nur in Tausendtheilen an, weil verschiedene Beobachtungen für die nämliche chemische Verbindung schon in den Tausendtheilen nicht immer völlig übereinstimmen. Wenn also z. B. geschrieben wird:

$$\text{Bromantimon} = SbBr_3 \,.\, S = 275^0{,}4\ K \,.\, v = 114{,}6\ K \,.\, C = 44\ K\,.$$

so heisst das: das Bromantimon hat nach Kopp's Beobachtungen den Siedepunkt 275°,4, hat bei diesem Siedepunkt das Volum 114,6 und eine Contraction von 44 Tausendtheilen dieses Volums, wenn es vom Siedepunkt ab um 50° abgekühlt wird.

Eine Beobachtung von Kopp bezeichne ich als solche kurz durch Nebenansetzung des Buchstaben K; der nebenstehende Buchstabe P., oder P.P. oder Th bezeichnet ebenso, dass eine Beobachtung von Pierre, oder von Pierre und Puchot, oder von Thorpe herrührt. In einigen Fällen, für Substanzen von niederem Siedepunkte, habe ich die Contraction nur für 35° oder 40° berechnet, und bezeichne, dass dann durch C_{35} oder C_{40}; während C für sich dann immer die Contraction für 50° bedeutet.

§ 2. An anderer Stelle, und zwar in dem demnächst erscheinenden Heft 14 der Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft, und in einem der nächsterscheinenden Hefte von Wiedemann's Annalen der Physik und Chemie habe ich über die Volumconstitution flüssiger Verbindungen eine Reihe sehr bemerkenswerther Thatsachen und theoretischer Gesetzmässigkeiten mitgetheilt, auf welche ich mich hier mehrfach berufen muss, und ich füge dann l. c. bei.

Damit das Folgende verständlich wird, muss ich Einige der Resultate, zu welchen ich gelangt bin, hier kurz reproduciren.

Ich weise l. c. nach, dass die Volume der Componenten und beziehungsweise der Elemente jeder Verbindung in einfachen Verhältnissen stehen, d. h. sich als Multipla mit einfachen ganzen Zahlen von irgend einer Raumgrösse, dem Massvolum, das ich die Stere nenne, ausdrücken lassen. Ich bezeichne die Atomzahl mit einer ganzen Zahl rechts unten neben dem Zeichen eines Elementes, die Sterenzahl, mit welcher dieses Element in der Verbindung enthalten ist, mit einer ganzen Zahl rechts oben neben dem Zeichen des Elementes. Dabei bezieht sich das Volum, wenn nichts Anderes angegeben wird, selbstverständlich immer auf den Kochpunkt. Wenn also z. B. geschrieben wird:

Bromaethyl $= C_2{}^2 H_5{}^5 Br_1{}^4 . v = 78{,}4$ P. $= 11 \times \overline{7{,}13}$;
so heisst das: Für das Bromaethyl berechnet sich nach Pierre's Beobachtungen das Molecularvolum beim Kochpunkt $v = 78{,}4$; jedes Atom Kohlenstoff und Wasserstoff im Aethyl $= C_2 H_5$ nimmt den Raum einer Stere ein; das Bromatom hat eine Raumerfüllung von vier Steren; das Bromaethyl selbst also von eilf Steren: und die Stere oder das Volummass des Bromaethyls ist $\overline{7{,}13}$. Diese Zahl 7,13 bezeichnet Cubikcentimeter, wenn die Atomgewichte in Grammen ausgedrückt sind. Die Atomgewichte sind so angenommen, wie sie in dem Jahresberichte der Chemie für 1878 aufgeführt sind.

§ 3. Obwohl ich auf den l. c gegebenen Nachweis der Volumconstitution der am zahlreichsten untersuchten Verbindungsklassen, wie der Alkohole, Aldehyde und Ketone, der Säuren, der Aetherarten und der Halogenverbindungen der Alkoholradicale der Fettreihe, welche nur einwerthig verbundene Kohlenstoffatome enthalten, hier nicht näher eingehen kann, so führe ich diese Volumconstitution im Nachfolgenden doch an, weil sie im Zusammenhang mit den Siedepunkten und Contractionen, wie schon erwähnt, zu wichtigen theoretischen Schlüssen führt, dann aber auch, weil sich diese Volumconstitution durch ihre überaus grosse Einfachheit auszeichnet, und schon dadurch sich als ein erwünschter Ausdruck der in der Natur waltenden Gesetzmässigkeit zu erkennen gibt.

Die Steren der Kohlenverbindungen bei Kochhitze sind, wie ich l. c nachweise, nicht völlig gleich, aber sie schwanken in gesetzmässiger Weise nur in den engen Grenzen 6,8 bis 7,4 etwa. Die Elemente Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff erfüllen den nämlichen Raum einer Stere überall da, wo sie nach den jetzt üblichen

Structurformeln an einwerthige Elemente oder Gruppen, oder an mehrwerthige doch nur einwerthig gebunden sind. Es nimmt desshalb jedes Kohlenstoff- und Wasserstoff-Atom der Alkoholradicale der Fettreihe den Raum Einer Stere ein.

Auch der zweiwerthige Sauerstoff, an zwei einwerthige Elemente oder Gruppen gebunden, wie im Hydroxyl, in den Alkoholen, im Aether u. s. w. nimmt den Raum Einer Stere ein. Dagegen ist der an ein vierwerthiges Kohlenstoffatom zweiwerthig gebundene Sauerstoff in CO, also in den Aldehyden, Ketonen, Säuren und deren Aetherarten, in den doppelten Raum ausgedehnt; er ist darin als O_1^2 enthalten.

Im Carboxyl $= CO.OH = C_1^1 O_1^2 O_1^1 H_1^1 = C_1^1 O_1^2 H_1^1$, also in den Säuren und zusammengesetzten Aetherarten nehmen demnach die zwei Atome Sauerstoff den Raum von drei Steren ein.

Das Erwähnte genügt vorerst zum Verständniss aller der Verbindungen, deren Volumconstitution ich im Folgenden zugleich mit ihrer Contraction vorlegen werde.

§ 4. Für isomere Körper weise ich l. c. nach: Siedepunkt und Volummaass einer Säure ist etwas grösser, als Siedepunkt und Volummaass der dieser Säure isomeren Aetherart. Ich setze die Volumconstitution, wie ich sie l. c. entwickle, das Volum beim Kochpunkt, und das Volummaass oder die Stere hier hin, und stelle die Contraction daneben:

1. **Essigsäure** $= C_2^2 H_4^4 O_2^2 . v = 63{,}4\,K = 9 \times \overline{7{,}04} . C_{35} = 42\,K.$
   Ameisensaures Methyl $= C_2^2 H_4^4 O_2^2 . v = 63{,}1\,K = 9 \times \overline{7{,}01} . C_{35} = 50\,K.$

2. **Propionsäure** $= C_3^3 H_6^6 O_2^2 = v = 85{,}9$ K $= 12 \times \overline{7{,}16}$. C $= 61$ K.
$v = 86{,}0$ P.P. $= 12 \times \overline{7{,}17}$. C $= 59$ bis 60 P.P.

Ameisensaures Methyl $= C_3^3 H_6^6 O_2^2 = v = 84{,}7$ K $= 12 \times \overline{7{,}06}$. C $= 69$ K.
$v = 85{,}4$ P. $= 12 \times \overline{7{,}12}$. C $= 70$ P.

Essigsaures Methyl $= C_3^3 H_6^6 O_2^2 = .\ v = 83{,}9$ K $= 12 \times \overline{6{,}99}$. C $= 70$ K.

3. **Normalbuttersäure** $= C_4^4 H_8^8 O_2^2$. $v = 108{,}0$ P. $= 15 \times \overline{7{,}19}$. C $= 60$ P.

Ameisensaures Propyl $= C_4^4 H_8^8 O_2^2$. $v = 106{,}9$ P.P. $= 15 \times \overline{7{,}13}$. C $= 68$ P.P.

Essigsaures Aethyl $= C_4^4 H_8^8 O_2^2$. $v = 107{,}4$ K $= 15 \times \overline{7{,}16}$. C $= 71$ K.
$v = 107{,}7$ P. $= 15 \times \overline{7{,}18}$. C $= 71$ P.

4. **Isovaleriansäure** $= C_5^5 H_{10}^{10} O_2^2$. $v = 130{,}4$ K $= 18 \times \overline{7{,}24}$. C $= 63$ K.
$v = 130{,}6$ P.P. $= 18 \times \overline{7{,}26}$. C $= 56$ bis 57 P.P.

Isobuttersaures Methyl $= C_5^5 H_{10}^{10} O_2^2$. $v = 127{,}1$ K $= 18 \times \overline{7{,}06}$. C $= 71$ K.
$v = 128{,}3$ P.P. $= 18 \times \overline{7{,}13}$. C $= 72$ P.P.

Ausnahmslos ist die Contraction des Aethers etwa $^7/_8$ mal so gross als die Contraction der isomeren Säure. Ausnahmslos ist das Volummaass oder die Stere der Säure etwas grösser.

§ 5. Ich weise l. c. desgleichen nach: Siedepunkt und Stere einer Normalverbindung ist etwas grösser, als Siedepunkt und Stere der isomeren Isoverbindung. Thorpe hat aus seinen eigenen Beobachtungen ebenfalls schon richtig entnommen, dass das Volum der Normalverbindung etwas grösser ist. Hier weise ich nach, dass die Contraction der Normalverbindung stets die kleinere ist. Die vergleichbaren Beobachtungen sind:

1. **Normalbuttersäure** $= C_4^4 H_8^8 O_2^2$. $v = 108{,}0$ P. $= 15 \times \overline{7{,}19}$. C $= 60$ P.
   Isobuttersäure $= C_4^4 H_8^8 O_2^2$. $v = 106{,}7$ K $= 15 \times \overline{7{,}11}$. C $= 62$ K.
   $v = 106{,}5$ P.P. $= 15 \times \overline{7{,}10}$. C $= 63$ P.P.

2. **Normalbuttersaures Aethyl** $= C_6^6 H_{12}^{12} O_2^2$. $v = 150{,}8$ P. $= 21 \times \overline{7{,}18}$. C $= 69$ P.
   Isobuttersaures Aethyl $= C_6^6 H_{12}^{12} O_2^2$. $v = 149{,}7$ K $= 21 \times \overline{7{,}12}$. C $= 71$ K.

3. **Normales Heptan** $= C_7^7 H_{16}^{16}$. $v = 162{,}9$ Th. $= 23 \times \overline{7{,}08}$. C $= 69$ Th.
   Aethylamyl $= C_7^7 H_{16}^{16}$. $v = 162{,}3$ T. $= 23 \times \overline{7{,}05}$. C $= 70$ Th.

4. **Normales Octan** $= C_8^8 H_{18}^{18}$. $v = 186{,}9$ Th. $= 26 \times \overline{7{,}19}$. C $= 70$ Th.
   Diisobutyl $= C_8^8 H_{18}^{18}$. $v = 185{,}5$ Th. $= 26 \times \overline{7{,}13}$. C $= 70$ Th.
   $v = 184{,}8$ K $= 26 \times \overline{7{,}10}$. C $= 70$ K.

§ 6. Für intermediäre Aetherarten ist l. c. constatirt, dass die Aetherart mit kleinerem Atomgewicht der Säure einen etwas höheren Siedepunkt, wie schon Linnemann bewiesen[2]), und ein etwas grösseres Volum, also Volummaass hat. Dem höheren Siedepunkt und Volummaass entspricht nun auch die kleinere Contraction. Die Beobachtungen sind:

1. **Ameisensaures Aethyl** $= C_3^3 H_6^6 O_2^2$. $v = 84{,}7$ K $= 12 \times \overline{7{,}06}$. C $= 69$ K.
   $v = 85{,}4$ P. $= 12 \times \overline{7{,}12}$. C $= 70$ P.
   Essigsaures Methyl $= C_3^3 H_6^6 O_2^2$. $v = 83{,}9$ K $= 12 \times \overline{6{,}99}$. C $= 70$ K.

2. **Essigsaures Propyl** $= C_5^5 H_{10}^{10} O_2^2$. $v = 129{,}5$ P.P. $= 18 \times \overline{7{,}19}$. C $= 71$ P.P.
   Propionsaures Aethyl $= C_5^5 H_{10}^{10} O_2^2$. $v = 126{,}7$ K $= 18 \times \overline{7{,}04}$. C $= 72$ K.
   $v = 128{,}6$ P.P. $= 18 \times \overline{7{,}13}$. C $= 73$ P.P.

---

2) Annal. Chem. Pharm. Bd. 162 S. 39.

3. **Ameisensaures Isobatyl** $= C_5^5 H_{10}^{10} O_2^3 . v = 130{,}9$ P.P. $= 18 \times \overline{7{,}27}$. C $= 66$ P.P.

Isobuttersaures Methyl $= C_5^5 H_{10}^{10} O_2^3 . v = 127{,}1$ K $= 18 \times \overline{7{,}06}$. C $= 71$ K.

$v = 128{,}3$ P.P. $= 18 \times \overline{7{,}13}$. C $= 72$ P.P.

4. **Essigsaures Isobatyl** $= C_6^6 H_{12}^{12} O_2^3 . v = 149{,}1$ P.P. $= 21 \times \overline{7{,}10}$. C $= 68$ P.P.

Isobuttersaures Aethyl $= C_6^6 H_{12}^{12} O_2^3 . v = 149{,}7$ K $= 21 \times \overline{7{,}13}$. C $= 71$ K.

5. **Propionsaures Isobatyl** $= C_7^7 H_{14}^{14} O_2^3 . v = 175{,}0$ P.P. $= 24 \times \overline{7{,}29}$. C $= 68$ P.P.

Isobuttersaures Propyl $= C_7^7 H_{14}^{14} O_2^3 . v = 174{,}4$ P.P. $= 24 \times 7{,}24$. C $= 70$ P.P.

6. **Essigsaures Isoamyl** $= C_7^7 H_{14}^{14} O_2^3 . v = 175{,}4$ K $= 24 \times 7{,}31$. C $= 69$ K.

Isovaleriansaures Aethyl $= C_7^7 H_{14}^{14} O_2^3 . v = 174{,}4$ P.P. $= 24 \times \overline{7{,}28}$. C $= 69$ P.P.

7. **Isobuttersaures Isoamyl** $= C_9^9 H_{18}^{18} O_2^3 . v = 221{,}7$ P.P. $= 30 \times \overline{7{,}39}$. C $= 68$ P.P.

Isovaleriansaures Isobatyl $= C_9^9 H_{18}^{18} O_2^3 . v = 217{,}8$ P.P. $= 30 \times \overline{7{,}26}$. C $= 63$ P.P.

Für essigsaures Isobatyl (4) haben Pierre und Puchot wohl ein etwas zu kleines Volum, für Isovaleriansaures Isobatyl (7) einen zu niedrigen Siedepunkt und eine zu kleine Contraction erhalten. Ausnahmslos ist sonst mit dem höheren Siedepunkt das grössere Volummaass und die kleinere Contraction verbunden.

§ 7. Für die vorgelegten Isomerieen von Normalverbindungen und Isoverbindungen (§ 5), und

ebenso von intermediären Aetherarten (§ 6) liegen sich Siedepunkte, Volummaass und Contraction stets sehr nahe; gleichwohl ist eine gesetzmässige Verschiedenheit derselben durch die Beobachtungen völlig sicher gestellt. Diese gesetzmässige Verschiedenheit ist aber um so fester und sicherer begründet, als sie sich völlig übereinstimmend in dreierlei verschiedenen physikalischen Eigenschaften ausspricht: im Siedepunkt, im Volum, und in der Contraction. Für alle 3 Arten von Isomerieen (§ 4, 5, 6) gilt völlig das gleiche Gesetz: der flüchtigeren Verbindung entspricht das kleinere Volummaass, und die grössere Contraction. Das gleiche Gesetz gilt auch noch für die Isomerie:

$$\begin{cases} \textbf{Aceton} = C_3{}^3 H_6{}^6 O_1{}^2 . v = 77{,}4 K = 11 \times \overline{7{,}04} . S = 56^0{,}3 K . C = 72 K. \\ \textbf{Propylaldehyd} = C_3{}^3 H_6{}^6 O_1{}^2 . v = 75{,}0 P.P. = 11 \times \overline{6{,}82} . S = 46^0 P.P.. \\ \qquad C = 78 P.P. \end{cases}$$

Der flüchtigeren Verbindung entspricht auch hier die kleinere Stere und die grössere Contraction.

Das Volummaass betreffend lässt sich der Satz gleichwohl nicht auf andere Isomerieen, deren Glieder ganz verschiedenen chemischen Gruppen angehören, ausdehnen.

§ 8. Ganz allgemein bestätigt sich jedoch der zuerst von Pierre ausgesprochene Satz, dass der flüchtigeren Verbindung die grössere Contraction entspricht. Die bis jetzt noch nicht erwähnten, und den Satz gleichwohl bestätigenden Isomerieen sind:

$$1. \begin{cases} \textbf{Allylalkohol} = C_3 H_6 O . S = 96^0{,}6 Th . C = 59 Th. \\ \textbf{Aceton} = C_3 H_6 O . S = 56^0{,}3 K . C = 72 K. \end{cases}$$

2. { **Anilin** = $C_6 H_5 N H_2$. S = 183°,7 Th . C = 49 K . C = 51 Th.
Picolin = $C_6 H_7 N$. S = 133°,5 Th . C = 57 Th.

3. { **Isobutylalkohol** = $C_4 H_{10} O$. S = 180° P.P.. C = 62 P.P.
Aether = $C_4 H_{10} O$. S = 35°,7 P.. C = 76 P.

4. { **Aethylenchlorid** = $C_2 H_4 Cl_2$. S = 83°,5 Th . 2 = 61 Th.
Aethylidenchlorid = $C_2 H_4 Cl_2$. S = 59°,9 Th . C = 67 Th.

5. { **Dem Acetyltrichloridisomer** = $C_2 H_3 Cl_3$. S = 140° P.. C = 50 bis 60 P.
Acetyltrichlorid = $C_2 H_3 Cl_3$. S = 74°,8 P.. C = 67 P.

Ausnahmslos hat das höhersiedende Glied eines isomeren Paares auch die kleinere Contraction.

§ 9. Für die Halogenverbindungen des Phosphors, Arsens und Antimons habe ich l. c. nachgewiesen, dass die Siedepunctsdifferenz entsprechender Paare abnimmt, die Volumdifferenz aber zunimmt, wenn man vom Phosphor-Paar zum Arsen- und Antimon-Paar, oder wenn man vom Chlor- zum Brom- und Jod-Paar übergeht. Das Volummaass wächst also bei diesen Verbindungen mit dem Atomgewicht der entsprechenden Triaden-Elemente. Eine völlig analoge Gesetzmässigkeit spricht sich in den Contractionen aus.

Für Antimon, Arsen und Phosphor hat man die Relationen:

1. { **Bromantimon** = $Sb Br_3$. C = 44 K.
Bromphosphor = $P Br_3$. C = 47 P.

2. { **Chlorantimon** = $Sb Cl_3$. C = 47 K.
Chlorarsen = $As Cl_3$. C = 54 P.. C = 54 Th.
Chlorphosphor = $P Cl_3$. C = 63 P.. C = 60 Th.

Es ist hier also mit dem höheren Atomgewicht der Elemente Phosphor, Arsen und Antimon das grös-

sere Volummaass und die kleinere Contraction verbunden.

§ 10. Die nämliche gesetzmässige Beziehung stellst sich in Bezug auf die Elemente Fluor, Chlor und Brom heraus für die Paare:

1. { **Bromantimon** = $Sb\,Br_3$. C = 44 K.
   Chlorantimon = $Sb\,Cl_3$. C = 47 K.

2. { **Chlorarsen** = $As\,Cl_3$. C = 54 P.. C = 54 Th.
   Fluorarsen = $As\,Fl_3$. C = 67 Th.

3. { **Bromphosphor** = $P\,Br_3$. C = 47 P.
   Chlorphosphor = $P\,Cl_3$. C = 63 P.. C = 60 Th.

4. { **Bromsilicium** = $Si\,Br_4$. C = 47 P.
   Chlorsilicium = $Si\,Cl_4$. C = 74 P.. C = 70 Th.

Wie man sieht, nimmt die Contraction ab, wenn man vom Fluorid zum Chlorid und Bromid übergeht.

Auch hier stehen dreierlei physikalische Eigenschaften in übereinstimmender gesetzmässiger Beziehung: Siedepunct, Volum und Ausdehnung durch die Wärme.

Ich mache noch auf die Thatsache aufmerksam, dass die Contractionen von Bromphosphor und Chlorantimon völlig gleich sind. Sie findet weiter unten ein Analogon.

§ 11. Für die Halogenverbindungen der Alkoholradicale habe ich l. c. die nämlichen gesetzmässigen Beziehungen constatirt. Die Siedepunctsdifferenzen entsprechender Paare nehmen ab, die Volumdifferenzen nehmen zu, wenn man vom Chlor-Paar zum Brom- und Jod-Paar übergeht. Das Volummaass wächst also mit dem Atomgewicht des Triadenelementes Chlor, Brom, Jod. Ich füge die l. c. abgeleitete Volumconstitution dieser Verbindungen bei, welche dadurch gegeben ist, dass in den

Alkoholradicalen jedes Kohlenstoff- und Wasserstoff-Atom den Raum Einer Stere, das Chlor den Raum von drei Steren, das Brom von vier, das Jod von fünf Steren erfüllt.

Auch hier entspricht die dritte physikalische Eigenschaft, die Ausdehnung durch die Wärme: dem grösseren Volummaass kommt die kleinere Contraction zu. Es ist beobachtet:

1. **Jodisoamyl** $= C_5^5 H_{11}^{11} J_1^5 . v = 158{,}8$ K $= 21 \times \overline{7{,}56} . C = 58$ K.
   Bromisoamyl $= C_5^5 H_{11}^{11} Br_1^4 . v = 149{,}2$ P. $= 20 \times \overline{7{,}46} . C = 62$ bis 63 P.
   Chlorisoamyl $= C_5^5 H_{11}^{11} Cl_1^3 . v = 136{,}9$ KP. $= 19 \times \overline{7{,}21} . C = 66$ P.

2. **Jodisobutyl** $= C_4^5 H_9^9 J_1^5 . v = 129{,}2$ P.P. $= 18 \times \overline{7{,}18} . C = 58$ bis 59 P.P.
   Bromisobutyl $= C_4^4 H_9^9 Br_1^4 . v = 122{,}9$ P.P. $= 17 \times \overline{7{,}23} . C = 64$ P.P.
   Chlorisobutyl $= C_4^4 H_9^9 Cl_1^3 . v = 113{,}4$ P.P. $= 16 \times \overline{7{,}09} . C = 68$ P.P.

Das Volum des Jodisobutyls ist von Pierre und Puchon ohne Zweifel etwas zu klein beobachtet.

3. **Jodpropyl** $= C_3^3 H_7^7 J_1^5 . v = 107{,}9$ P.P. $= 15 \times \overline{7{,}19} . C = 62$ P.P.
   Brompropyl $= O_3^3 H_7^7 Br_1^4 . v = 100{,}3$ P.P. $= 14 \times \overline{7{,}16} . C = 66$ bis 67 P.P.
   Chlorpropyl $= C_3^3 H_7^7 Cl_1^3 . v = 91{,}6$ P.P. $= 13 \times \overline{7{,}05} . C = 68$ P.P.

4. **Jodaethyl** $= C_2^2 H_5^5 J_1^5 . = 86{,}0$ P. $= 12 \times \overline{7{,}17} . C = 60$ P.
   Bromaethyl $= C_2^2 H_5^5 Br_1^4 . v = 78{,}4$ P. $= 11 \times \overline{7{,}13} . C = 67$ P.
   Chloraethyl $= C_2^2 H_5^5 Cl_1^3 . v = 71{,}2$ P. $= 10 \times \overline{7{,}12} . C = 71$ P.

Die entsprechenden Methylverbindungen sind nicht im reinen Zustande auf ihre Ausdehnung durch die Wärme geprüft.

Stets nimmt die Contraction ab, wenn man vom Chlorid zum Bromid und Jodid übergeht; das Volummaass oder die Stere nimmt zu.

§ 12. Dass die Contraction abnimmt, wenn man von der Chlor- zur Brom- und Jod-Verbindung übergeht, bestättigt sich auch bei den nachfolgenden Paaren, deren Volumconstitution und Volummaass ich übrigens hier vorerst unerörtert lassen muss.

1. **Aethylenchlorjod** = $C_2 H_4 Cl J$. C = 52,8 Th.
   Aethylenbromid = $C_2 H_4 Br_2$. C = 53 P. C = 54 Th.
   Aethylenchlorid = $C_2 H_4 Cl_2$. C = 61 P. C = 61 Th.

Aethylenbromid und Aethylenchlorjod scheinen gleiche Contraction zu haben.

2. **Phosphorylbromchlorid** = $P O Br Cl_2$. C = 55,4 Th.
   Phosphorylchlorid = $P O Cl_3$. C = 55,4 Th.

3. **Bromoform** = $C H Br_3$. C = 52 Th.
   Chloroform = $C H Cl_3$. C = 63 P. C = 64 Th.

4. **Trichlorbrommethan** = $C Br Cl_3$. C = 58 Th.
   Tetrachlormethan = $C Cl_4$. C = 63 bis 64 P. C = 63 Th.

Dieses Abnehmen der Contraction mit dem Wachsen des Atomgewichts tritt aber doch nur dann regelmässig ein, wenn die betreffenden Elemente einer homologen Reihe angehören. Für Zinn und Titan z. B. scheint diess nicht der Fall zu seyn, denn es ist beobachtet:

Zinnchlorid = $Sn Cl_4$. C = 64 P. C = 63,5 Th.
Titanchlorid = $Ti Cl_4$. C = 55 Th.

Hier ist die Contraction des Zinnchlorids die grössere, obwohl sein Atomgewicht das grössere ist; aber auch der Siedepunct des Titanchlorids liegt höher.

§ 13. Ganz dasselbe Gesetz stellt sich für entsprechende Schwefel- und Sauerstoff-Verbindungen heraus. Ich habe l. c. nachgewiesen, dass die Siedepunctsdifferenz

zweier Sauerstoffverbindungen grösser, die Volumdifferenz kleiner ist, als für die entsprechenden Schwefelverbindungen. Das Volummaass der Schwefelverbindung ist daher das grössere, die Contraction ist kleiner als für die entsprechende Sauerstoffverbindung.

Die Volumconstitution der folgenden beiden ersten Paare ergiebt sich aus der nun bekannten Volumconstitution der Alkoholradicale, und der l. c. ermittelten Thatsache, dass der an einwerthige Elemente oder Gruppen oder an mehrwerthige einwerthig gebundene Sauerstoff Eine Stere, der ebenso gebundene Schwefel aber drei Steren Raumerfüllung hat. Volumconstitution und Stere des dritten Paares lasse ich hier vorerst unerörtert.

Die vergleichbaren Thatsachen sind:

1. **Isoamylmercaptan** $= C_5^5 H_{11}^{11} . S_1^3 H_1^1 . v = 140{,}1$ K $= 20 \times \overline{7{,}01} . C = 61$ K.

   Isoamylalkohol $= C_5^5 H_{11}^{11} . O_1^1 H_1^1 . v = 123{,}3$ K $= 18 \times \overline{6{,}85} . C =$ 63 bis 64 K.

2. **Schwefeläthyl** $= C_2^2 H_5^5 S_1^3 . C_2^2 H_5^5 . v = 121{,}5$ P. $= 17 \times \overline{7{,}15} . C = 68$ P.

   Aether $= C_2^2 H_5^5 O_1^1 . C_2^2 H_5^5 . v = 106{,}2$ K $= 15 \times \overline{7{,}08} . C = 76$ ungefähr.

3. **Thiophosphorylchlorid** $= P . S Cl_3 . C = 55$ Th.

   Phosporylchlorid $= P . O Cl_3 . C = 60$ Th.

Stets ist das Volummaass der Schwefelverbindung das grössere, die Contraction die kleinere. Das Volummaass nimmt also, wie in allen vorausgehenden Gruppen, mit dem Atomgewicht zu, die Contraction nimmt ab.

§ 14. Es ist zunächst eine interessante Frage, ob die gleiche gesetzmässige Beziehung auch gültig ist für die

koholradicale Methyl, Aethyl und Propyl, dann obutyl und Isoamyl; ob also in analogen Verbindungen derselben die Stere mit dem Atomgewicht des lkoholradicals wächst, die Contraction abnimmt.

Es bestättigt sich zunächst für die Halogenverbindungen der Alkoholradicale Isobutyl und Isoamyl. Man hat:

1. **Jodisobutyl** $= C_4^4 H_9^9 J_1^5$. v = 129,2 P.P. = 18 × $\overline{7,18}$. C = 56 bis 59 P.P.

   Jodisoamyl $= C_5^5 H_{11}^{11} J_1^5$. v = 158,8 K = 21 × $\overline{7,56}$. C = 58 K.

2. **Bromisobutyl** $= C_4^4 H_9^9 Br_1^4$. v = 122,9 P.P. = 17 × $\overline{7,23}$. C = 64 P.P.

   Bromisoamyl $= C_5^5 H_{11}^{11} Br_1^4$. v = 149,2 P. = 26 × $\overline{7,46}$ C = 62 bis 63 P.

3. **Chlorisobutyl** $= C_4^4 H_9^9 Cl_1^3$. v = 113,4 P.P. = 16 × $\overline{7,09}$. C = 68 P,P.

   Chlorisoamyl $= C_5^5 H_{11}^{11} Cl_1^3$. v = 136,9 K P. = 19 × $\overline{7,21}$. C = 66 P.

Es bestättigt sich in gleicher Weise für die Isobuttersäure und Isovaleriansäure und die entsprechenden Aetherarten dieser Säuren. Man hat:

1. **Isobuttersäure** $= C_4^4 H_8^8 O_2^2$. v = 106,7 K = 15 × $\overline{7,11}$. C = 62 K.
   v = 106,5 P.P. = 15 × $\overline{7,10}$. C = 63 P.P.

   Isovaleriansäure $= C_5^5 H_{10}^{10} O_2^2$. v = 130,4 K = 18 × $\overline{7,24}$. C = 63 K.
   v = 130,6 P.P. = 18 × $\overline{7,26}$. C = 56 bis 57 P.P.

2. **Isobuttersaures Methyl** $= C_5^5 H_{10}^{10} O_2^3$. v = 127,1 K = 18 × $\overline{7,06}$. C = 71 K.
   v = 128,3 P.P. = 18 × $\overline{7,13}$. C = 72 P.P.

   Isovaleriansaures Methyl $= C_6^6 H_{12}^{12} O_2^3$. v = 149,6 K = 21 × $\overline{7,12}$. C = 68 K.
   v = 149,8 P.P. = 21 × $\overline{7,13}$. C = 68 P.P.

3. **Isobuttersaures Aethyl** $= C_6{}^6 H_{12}{}^{12} O_2{}^2 . v = 149{,}7\,K = 21 \times \overline{7{,}13} . C = 71\,K.$
$v = 151{,}9\,P.P. = 21 \times \overline{7{,}23} . C = 69\,P.P.$

Isovaleriansaures Aethyl $= C_7{}^7 H_{14}{}^{14} O_2{}^2 . v = 174{,}7\,P.P. = 24 \times \overline{7{,}28} . C = 69\,P.P.$

4. **Isobuttersaures Isobutyl** $= C_8{}^8 H_{16}{}^{16} O_2{}^2 . v = 199{,}9\,P.P. = 27 \times \overline{7{,}40} . C = 71\,P.P.$

Isovaleriansaures Isobutyl $= C_9{}^9 H_{18}{}^{18} O_2{}^2 . v = 217{,}8\,P.P. = 30 \times \overline{7{,}26} . C = 63\,P.P.$

Hier ist ohne Zweifel Volum und Contraction des isovaleriansauren Isobutyls nicht genau bestimmt, auch das Volum des isobuttersauren Isobutyls wohl etwas zu gross erhalten.

5. **Isobuttersaures Isoamyl** $= C_9{}^9 H_{18}{}^{18} O_2{}^2 . v = 221{,}7\,P.P. = 30 \times \overline{7{,}39} . C = 67\,P.P.$

Isovaleriansaures Isoamyl $= C_{10}{}^{10} H_{20}{}^{20} O_2{}^2 . v = 244{,}6\,K = 63 \times \overline{7{,}41} . C = 67\,K.$
$v = 245{,}7\,P.P. = 33 \times \overline{7{,}45} . C = 65\,P.P.$

Die Contractionen, obwohl sie sich stets sehr nahe liegen, entsprechen doch ausnahmslos der Regel. Wenn das Volummaass des vierten Paars nicht entspricht, so kommt diess unzweifelhaft nur auf Rechnung ungenauer Beobachtungen. Man hat noch das Paar:

6. **Isobuttersaures Propyl** $= C_7{}^7 H_{14}{}^{14} O_2{}^2 . v = 174{,}4\,P.P. = 24 \times \overline{7{,}27} . C = 70\,P.P.$

Isovaleriansaures Propyl $= C_8{}^8 H_{16}{}^{16} O_2{}^2 . v = 198{,}6\,P.P. = 27 \times \overline{7{,}36} . C = 74\,P.P.$

In diesem sechsten Paar widerspricht die Contraction; aber ich zweifle, ob die von Pierre und Puchot untersuchten Prophylätherarten rein genug gewesen sind.

Die Regel bestättigt sich auch für

Isobutylaldehyd $= C_4^4 H_8^8 O_1^2$. $v = 96{,}3$ P.P. $= 14 \times \overline{6{,}88}$. $C = 76$ P.P.
Isoamylaldehyd $= C_5^5 H_{10}^{10} O_1^2$. $v = 118{,}6$ K $= 17 \times \overline{6{,}98}$. $C = 68$ K.
$v = 118{,}7$ P.P. $= 17 \times \overline{6{,}98}$. $C = 70$ P.P.

Dagegen muss ich es in Frage stellen, ob sie auch für die entsprechenden Alkohole gültig ist. Die Beobachtungen sind:

Isobutylalkohol $= C_4^4 H_9^9 O_1^1 H_1^1$. $v = 102{,}3$ P P. $= 15 \times \overline{6{,}83}$. $C = 62$ P.P.
Isoamylalkohol $= C_5^5 H_{11}^{11} O_1^1 H_1^1$ $v = 123{,}6$ K $= 18 \times \overline{6{,}87}$. $C = 63$ K.
$v = 122{,}8$ P. $= 18 \times \overline{6{,}82}$. $C = 61$ P.

§ 15. Die allgemeine Regel, dass mit dem höheren Atomgewicht das grössere Volummaass und die kleinere Contraction verbunden ist, bestättigte sich für die Alkoholradicale Isobutyl und Isoamyl in ihren Halogenoverbindungen, ihren Säuren, den diesen Säuren entsprechenden Aetherarten, und in ihren Aldehyden.

Vergleichen wir nun die Essigsäure und Propionsäure und ihre Aetherarten, so hat man:

1. **Essigsäure** $= C_1^1 H_3^3 C_1^1 O_1^2 . O_1^1 H_1^1$ $v = 63{,}4$ K $= 9 \times \overline{7{,}04}$. $C = 59$ K.
Propionsäure $= C_2^2 H_5^5 C_1^1 O_1^2 . O_1^1 H_1^1$ $v = 85{,}9$ K $= 12 \times \overline{7{,}16}$. $C = 61$ K.
$v = 86{,}0$ P.P. $= 12 \times \overline{7{,}17}$ $C = 59$ bis 60 P.P.

2. **Essigsaures Aethyl** $= C_4^4 H_8^8 O_2^2$. $v = 107{,}4$ K $= 15 \times \overline{7{,}16}$. $C = 71$ K.
$v = 107{,}7$ P. $= 15 \times \overline{7{,}18}$. $C = 71$ P.
Propionsaures Aethyl $= C_5^5 H_{10}^{10} O_2^2$. $v = 126{,}7$ K $= 18 \times \overline{7{,}04}$. $C = 72$ K.
$v = 128{,}6$ P.P. $= 18 \times \overline{7{,}14}$. $C = 73$ P.P.

3. **Essigsaures Propyl** $= C_5^5 H_{10}^{10} O_2^3 . v = 129,5$ P.P. $= 18 \times \overline{7,19} . C = 71$ P.P.

Propionsaures Propyl $= C_6^6 H_{12}^{12} O_2^3 . v = 152,0$ P.P. $= 21 \times \overline{7,24} . C = 75$ P.P.

4. **Essigsaures Isobutyl** $= C_6^6 H_{12}^{12} O_2^3 = 149,1$ P.P. $= 21 \times \overline{7,10} . C = 68$ P.P.

Propionsaures Isobutyl $= C_7^7 H_{14}^{14} O_2^3 = 175,0$ P.P. $= 24 \times \overline{7,29} . C = 77$ P.P.

Das Volummaass der Verbindung von höherem Atomgewicht ist hier der Regel entsprechend (mit Ausnahme von 2) das grössere. Aber aus allen 4 Paaren müsste man schliessen, dass die Contraction der Propylverbindung im Widerspruch mit der Regel die grössere ist, wenn man die Verbindungen der Propionsäure für rein genug beobachtet halten wollte. Ob diess der Fall ist, muss ich vorerst dahin gestellt seyn lassen.

§ 16. Es erübrigt die Untersuchung der Frage, ob in den Aetherarten der nämlichen Säure die Contraction mit wachsendem Alkoholradical abnimmt.

Für entsprechende Methyl- und Aethyl-Verbindungen hat man die Relationen:

1. **Ameisensaures Methyl** $= C_2^2 H_4^4 O_2^3 . v = 63,1$ K $= 9 \times \overline{7,01} . C_{35} = 50$ K.
Ameisensaures Aethyl $= C_3^3 H_6^6 O_2^3 . v = 84,7$ K $= 12 \times \overline{7,06}$ $C_{35} = 50$ K.
$v = 85,4$ P. $= 12 \times \overline{7,12}$.

2. **Essigsaures Methyl** $= C_3^3 H_6^6 O_2^3 . v = 83,9$ K $= 12 \times \overline{6,99} . C = 70$ K.
Essigsaures Aethyl $= C_4^4 H_8^8 O_2^3 . v = 107,4$ K $= 15 \times \overline{7,16} . C = 71$ K.
$v = 107,7$ P. $= 15 \times \overline{7,18} . C = 71$ P.

3. **Isobuttersaures Methyl** $= C_5^5 H_{10}^{10} O_2^3 . v = 127,1 K = 18 \times \overline{7,06} . C = 71 K.$
$v = 128,3 P.P. = 18 \times \overline{7,13} . C = 72 P.P.$

Isobuttersaures Aethyl $= C_6^6 H_{12}^{12} O_2^3 . v = 149,7 K = 21 \times \overline{7,12} . C = 71 K.$
$v = 151,9 PP. = 21 \times \overline{7,23} . C = 69 P.P.$

4. **Isovalerianaures Methyl** $= C_6^6 H_{12}^{12} O_2^3 . v = 149,6 K = 21 \times \overline{7,12} . C = 68 K.$
$v = 149,8 P.P. = 21 \times \overline{7,13} . C = 68 P.P.$

Isovalerianaures Aethyl $= C_7^7 H_{14}^{14} O_2^3 . v = 174,7 P.P. = 21 \times \overline{7,28} . C = 69 P.P.$

5. **Benzoesaures Methyl** $= C_8 H_8 O_2 . v = 152,0 K = 21 \times \overline{7,24} . C = 58 K.$

Benzoesaures Aethyl $= C_9 H_{10} O_2 . v = 175,1 K = 24 \times \overline{7,30} . C = 58 K.$

Das Volummaass der Aethylverbindung ist der Regel entsprechend in allen 5 Paaren grösser beobachtet; aber die Contractionen liegen sich in jedem Paar so nahe, dass sie für gleich zu erachten sind. Falls in der Natur Unterschiede begründet seyn sollten, müssten sie jedenfalls so klein seyn, dass sie von den bisher unvermeidlichen Beobachtungsfehlern meist überdeckt werden.

§ 17. Vergleicht man jedoch die Alkohole und Aldehyde, so hat man:

1. **Holzgeist** $= C_1^1 H_3^3 . O_1^1 H_1^1 . v = 42,3 K = 6 \times \overline{7,05} . C = 59$ bis $60 K.$

Alkohol $= C_2^2 H_5^5 . O_1^1 H_1^1 . v = 62,2 K = 9 \times \overline{6,91} . C = 59 K.$

2. **Aldehyd** $= C_1^1 H_3^3 . C_1^1 O_1^2 . H_1^1 . v = 56,9 K = 8 \times \overline{7,11}$
$v = 56,8 P. = 8 \times \overline{7,10} . C = 78 P.$

Propylaldehyd $= C_2^2 H_5^5 . C_1^1 O_1^2 . H_1^1 . v = 75,0 P.P. = 11 \times \overline{6,82} . C = 78 P.P.$

Hier nimmt, wie ich schon l. c. hervorgehoben habe, das Volummaass mit dem Atomgewicht des Alkoholradicals unzweifelhaft ab.

Das Zunehmen des Volummaasses mit dem Atomgewicht entsprechender Verbindungen ist daher zwar die Regel, aber keineswegs eine allgemeine Thatsache.

§ 18. Ich lasse aus dem schon § 15 erwähnten Grunde die entsprechenden Aethyl- und Propyl-Aetherarten der nämlichen Säure hier unberücksichtigt. Eine klare Regel stellt sich zur Zeit bei denselben nicht heraus.

Ebenso lassen auch die entsprechenden Isobutyl- und Isoamyl-Aetherarten der nämlichen Säure in Bezug auf die Contractionen, die sich wie es scheint zu nahe liegen, keinen Unterschied bestimmt genug erkennen, doch nimmt das Volummaass bei denselben mit dem Atomgewicht des Alkoholradicals der Regel entsprechend unzweifelhaft zu.

Auch bei den Aetherarten der nämlichen Säure tritt übrigens ein Abnehmen der Contraction und Zunehmen der Stere mit wachsendem Alcoholradical sehr deutlich hervor, wenn man die Verbindungen weiter von einander abliegender Radicale, z. B. des Aethyls und Isoamyls, mit einander vergleicht. Man hat die Relationen:

1. **Essigsaures Aethyl** $= C_4^4 H_8^8 O_2^3$. $v = 107{,}4$ K $= 15 \times \overline{7{,}16}$. $C = 71$ K.
   $v = 107{,}7$ P. $= 15 \times \overline{7{,}18}$. $C = 71$ P.
   Essigsaures Isoamyl $= C_7^7 H_{14}^{14} O_2^3$. $v = 175{,}4$ K $= 24 \times 7{,}31$. $C = 69$ K.

2. **Isobuttersaures Aethyl** $= C_6^6 H_{12}^{12} O_2^3$. $v = 149{,}7$ K $= 21 \times \overline{7{,}12}$. $C = 71$ K.
   $v = 151{,}9$ P.P. $= 21 \times \overline{7{,}23}$. $C = 69$ P.P.
   Isobuttersaures Isoamyl $= C_9^9 H_{18}^{18} O_2^3$. $v = 221{,}7$ P.P. $= 30 \times \overline{7{,}39}$. $C = 67$ P.P.

3. **Isovalerianaures Aethyl** $= C_7{}^7 H_{14}{}^{14} O_2{}^3 . v = 174{,}7$ P.P. $= 24 \times \overline{7{,}28} . C = 69$ P.P.

Isovalerianaures Isoamyl $= C_{10}{}^{10} H_{20}{}^{20} O_2{}^3 . v = 244{,}6$ K $= 33 \times \overline{7{,}41} . C = 67$ K.

$v = 245{,}7$ P.P. $= 33 \times \overline{7{,}45} . C = 65$ P.P.

4. **Benzoëaures Aethyl** $= C_9 H_{10} O_2 . v = 175{,}1$ K $= 24 \times \overline{7{,}30} . C = 58$ K.

Benzoëaures Isoamyl $= C_{12} H_{16} O_2 . v = 246{,}4$ K $= 33 \times \overline{7{,}41} . C = 47$ K.

Stets ist ganz nach der allgemeinen Regel mit dem grösseren Volummaas des Aethers von höherem Atomgewicht auch die kleinere Contraction verbunden.

§ 19. Nur die Alkohole befolgen, wie ich schon l. c. hervorgehoben habe, die umgekehrte Regel, indem der höhere Alkohol die kleinere Stere und die grössere Contraction hat.

Aethylalkohol $= C_2{}^2 H_6{}^6 O_1{}^1 . v = 62{,}2$ K $= 9 \times \overline{6{,}91} . C = 59$ K.

$v = 61{,}7$ P, $= 9 \times \overline{6{,}86} . C = 57$ P.

Isoamylalkohol $= C_5{}^5 H_{12}{}^{12} O_1{}^1 . v = 123{,}6$ K $= 18 \times 6{,}87 . C = 63$ bis 64 K.

$v = 122{,}8$ P. $= 18 \times \overline{6{,}82} . C = 61$ P.

Die Umkehrung der gewöhnlichen Regel bei den Alkoholen spricht sich l. c. auch in den Siedepunctsrelationen aus.

In Bezug auf das Volummaass, nicht in Bezug auf die Contraction, befolgen auch die Aldehyde die umgekehrte Ordnung; denn man hat:

Aldehyd $= C_2{}^2 H_4{}^4 O_1{}^2 . v = 56{,}9$ K $= 8 \times \overline{7{,}11}$

$v = 56{,}8$ P. $= 8 \times \overline{7{,}10} . C = 78$ P.

Isoamylaldehyd $= C_5{}^5 H_{10}{}^{10} O_1{}^2 . v = 118{,}6$ K $= 17 \times \overline{6{,}98} . C = 68$ K.

$v = 118{,}7$ P.P. $= 17 \times \overline{6{,}98}$ P.P.. $C = 70$ P.P.

[illegible] die Constanten der [illegible]

[illegible] der Z. [illegible] 6 P

[illegible] P.

[illegible] 60 P P [illegible]

[illegible] 62 P.P.

[illegible] K. C [illegible]

[illegible] bis 63 K C = [illegible] P

[illegible] 63 K C [illegible] 77 P P

[illegible] Säure etwas kleiner bei den [illegible]

[illegible] 60 K. C [illegible] 63 P.

[illegible] 1 K

[illegible] 1 K

[illegible] 1. K.

[illegible] auf ihre Ausdehnung durch die [illegible]keiten nach der Grösse ihrer [illegible]dehnung von 50° unter ihren Siede[illegible]wasser mit der kleinsten Con[illegible]ion, dann folgen Bromantimon [illegible] Antimon und Bromsilicium [illegible] Bromphosphor mit C [illegible] 47 P. [illegible] die grosse Mehrzahl der aroma[illegible] Benzoesäure und Benzoë[illegible] 1. K; Anilin und Nitro[illegible] Phenol mit C [illegible] 50 K; Naph[illegible]ol mit C [illegible] 51 K; Chlor[illegible] Bittermandelöl mit C = 53 K; [illegible] 1 K [illegible]

... sich diejenigen Verbindungen der ... welchen die kleinste Contraction zu- ... Ameisensäure mit C = 54 K; einige Jod-, ... Chlorverbindungen, dann Alkohol und ... mit C = 57 bis 59 K; die letzten Glieder der ... aromatischen Reihe, wie Cymol und Benzoësaures ... yl und Aethyl mit C = 58 K.

Es haben daher alle Verbindungen der Fettreihe grössere Contractionen als die entsprechenden Verbindungen der aromatischen Reihe. Die kleinsten Contractionen der Fettreihe entsprechen ungefähr den grössten der aromatischen Reihe.

§ 22 Es ist sehr merkwürdig, dass sich in den Volumen bei Kochhitze ein analoges Verhältniss der Verbindungen der Fettreihe und entsprechender der aromatischen Reihe ganz und gar nicht ausspricht. Vielmehr hat das Phenyl = $C_6 H_5$ mit dem Isobutyl = $C_4 H_9$ in allen entsprechenden Verbindungen wirklich gleiches Volum bei viel kleinerer Contraction. In der That ist beobachtet:

1. **Phenol** = $C_6 H_5 . OH$. v = 103,0 K . C = 50 K.
   Isobutylalkohol = $C_4 H_9 . OH$. v = 102,3 P.P. . C = 62 P.P.

2. **Bittermandelöl** = $C_6 H_5 . CO . H$. v = 118,5 K . C = 53 K.
   Isoamylaldehyd = $C_4 H_9 . CO . H$. v = 118,6 K . C = 68 K.
   v = 118,7 P.P. . C = 70 P.P.

3. **Benzoëalkohol** = $C_6 H_5 . CH_2 . OH$. v = 122,8 K . C = 51 K.
   Isoamylalkohol = $C_4 H_9 CH_2 . OH$. v = 123,6 K . C = 63 bis 64 K.
   v = 122,8 P. . C = 61 P.

4. **Benzoësaures Methyl** = $C_6 H_5 . CO . OCH_3$. v = 152,0 K . C = 58 K.
   Isovaleriansaures Methyl = $C_4 H_9 . CO . OCH_3$. v = 149,6 K . C = 68 K.
   v = 149,8 P.P. . C = 68 P.P.

Benzoësaures Aethyl = $C_6 H_5 . CO . O . C_2 H_5$. v = 175,1 K . C = 58 K.
Isovaleriansaures Aethyl = $C_4 H_9 . CO . O . C_2 H_5$. v = 174,7 P.P. . C = 69 P.P.

6. { Benzoësaures Isoamyl $= C_6 H_5 . CO . O . C_5 H_{11}$. v = 246,4 K. C = 47 K.
Isovaleriansaures Isoamyl $= C_4 H_9 . CO . O\ C_5 H_{11}$. v = 244,6 K. C = 67 K.
v = 245,7 P.P. . C = 65 P.P.

7. { Cymol $= C_6 H_5 . C_4 H_9$. v = 184,3 K . C = 58 K.
Diisobutyl $= C_4 H_9 . C_4 H_9$. v = 184,8 K . C = 70 K.
v = 185,5 Th . C = 69,5 Th.

Nur Benzoësäure und Isovaleriansäure stimmen nicht so genau, vielleicht weil das Volum der Benzoësäure bei dem hohen Siedepuncte derselben nicht ebenso scharf zu bestimmen war. Man hat:

8. { Benzoësäure $= C_6 H_5 . CO . OH$. v = 126,5 K . C = 47 K.
Isovaleriansäure $= C_4 H_9 . CO . OH$. v = 130,4 K . C = 63 K.
v = 130,6 P.P. . C = 56 bis 57 P.P.

Mir scheint aus dieser überraschenden Uebereinstimmung der Volume entsprechender Phenyl- und Isobutyl-Verbindungen in Kohlenwasserstoffen, Alkoholen, Aldehyden und zusammengesetzten Aetherarten hervorzugehen, dass Phenyl und Isobutyl bei gleicher Dampfspannung wirklich gleiche Volume haben.

Das Contractionsverhältniss schwankt von 1,17 bis 1,40, und ist im Mittel = 1,25, d. h. die Isobutylverbindung hat durchschnittlich eine $^5/_4$mal so grosse Contraction als die entsprechende Phenyl-Verbindung.

§ 23. Man kann diese Gleichheit der Volume entsprechender Phenyl- und Isobutyl-Verbindungen, obwohl sich eine andere Erklärung, auf die ich hier nicht näher eingehen kann, besser empfiehlt, zwar daraus zu erklären versuchen, dass im Phenyl $= C_6 H_5$ zwei Atome Kohlenstoff den nämlichen Raum einnehmen, wie vier Atome Wasser-

stoff im Isobutyl $C_4 H_9$, man darf aber nicht, wie es früher geschehen ist, daraus schliessen, dass überhaupt ein Atom Kohlenstoff den nämlichen Raum erfülle, wie zwei Atome Wasserstoff. In all den Verbindungen, deren Volumconstitution ich im Vorstehenden mitgetheilt habe, nehmen vielmehr ein Atom Kohlenstoff und ein Atom Wasserstoff den nämlichen Raum einer Stere ein.

Es hängt hiernach lediglich von der besonderen Structur des Phenyls und Isobutyls ab, dass ihre Volume übereinstimmen.

Es sind im Vorhergehenden vielfache Belege beigebracht worden, dass das Volummaass entsprechender Verbindungen, die Stere bei Kochhitze, in der Regel mit dem Atomgewicht wächst, nur bei den Alkoholen und den Aldehyden der Normalreihe nimmt sie mit dem Atomgewicht ab; das Verhältniss des Volummaasses zweier Verbindungen wird sich in der Regel für die einem andern Druck, als dem von Einer Atmosphäre, entsprechenden Kochpuncte ändern.

Die Sterengleichheit der verschiedensten Paare entsprechender Phenyl- und Isobutyl-Verbindungen schliesst einen solchen Wechsel aus; sie wird unzweifelhaft auch für andere correspondirende Temperaturen, d. h. für die jedem anderen Druck entsprechenden Siedetemperaturen derselben gültig bleiben.

Von den hier erwähnten Phenyl- und Isobutyl-Paaren ist bis jetzt keines auf die Abnahme oder Zunahme der Spannkraft seiner Dämpfe mit der Temperatur untersucht. Aus dem Zusammenhang der ermittelten Volum- und Contractions-Verhältnisse glaube ich jedoch die theoretische Vorausbestimmung wagen zu dürfen, dass eine Phenyl-Verbindung um etwa 5/4mal so viele Grade abgekühlt oder erwärmt werden muss, als die entsprechende Isobutyl-Verbindung,

wenn ihre Dampfspannung um gleich viel erniedrigt oder erhöht werden soll; denn diess ist die Bedingung, dass die Volume beider auch bei den einem anderen Druck entsprechenden Siedepuncten derselben gleich bleiben.

§ 24. Für jeden Kern scheinen die Contractionen seiner Verbindungen, kleine relative Verschiebungen abgerechnet, im Allgemeinen die gleiche Ordnung zu befolgen. Die kleinste Contraction entspricht dem Alkohol, der Säure und dem Jodid, dann folgen das Bromid, die zusammengesetzten Aetherarten und das Chlorid; die grösste Contraction hat stets das Aldehyd und, so weit beobachtet, das Cyanid. So hat man:

1.
- Alkohol C = 57 P.. C = 59 K.
- Essigsäure C = 59 K.
- Jodaethyl C = 60 P.
- Bromaethyl C = 67 P.
- Essigsaure Aetherarten C = 69 bis 71.
- Chloraethyl C = 71 P.
- Aldehyd C = 78 P.

2.
- Propylalkohol C = 57 P.P.
- Propionsäure C = 59 bis 60 P.P.. C = 61 K.
- Jodpropyl C = 62 P.P.
- Brompropyl C = 66 bis 67 P.P.
- Chlorpropyl C = 68 P.P.
- Propylaldehyd C = 78 P.P.

3.
- Jodisobutyl C = 58 bis 59 P.P.
- Isobutylalkohol C = 62 P.P.
- Isobuttersäure C = 62K. C = 63 P.P.
- Bromisobutyl C = 64 P.P.
- Isobuttersaure Aether C = 67 bis 71.
- Chlorisobutyl C = 68 P.P.
- Isobutylaldehyd C = 76 P.P.

4.
- Jodisoamyl C = 58 K.
- Isoamylalkohol C = 61 P.. C = 63 K.
- Isovaleriansäure C = 63 K.
- Bromisoamyl C = 62 bis 63 P.
- Isovaleriansaure Aether C = 65 bis 68.
- Chlorisoamyl C = 66 P.
- Isoamylaldehyd C = 68 K C = 70 P P.

5.
- Benzoësäure C = 47 K.
- Anilin C = 49 K.
- Benzoëalkohol C = 51 K.
- Benzoësaure Aether C = 47 bis 58 K
- Bittermandelöl C = 53 K.
- Cyanphenyl C = 54 K

§ 25. Es lassen sich nun aus den mitgetheilten Thatsachen einige practische Regeln gewinnen für die Berechnung des Volums einer Verbindung bei Kochhitze aus ihrem beobachteten Volum bei 0° oder mittlerer Temperatur, und der beobachteten Ausdehnung einer anderen Substanz durch die Wärme, deren Ausdehnung mit der zu untersuchenden voraussichtlich übereinstimmt, oder in bekanntem Verhältnisse steht. Schon H. Kopp hat 1856 zum Zwecke des Studiums der Volumverhältnisse flüssiger Körper bei Kochhitze mehrfach solche Berechnungen ausgeführt. Seitdem ist das Beobachtungsmaterial ausserordentlich angewachsen, und viele lehrreiche Thatsachen lassen sich feststellen, wenn die Volume bei Kochhitze in richtiger Weise berechnet werden können. Die wirkliche Ausführung solcher Rechnungen wird die Basis einer anderen Untersuchung bilden. Aus dem Mitgetheilten ergeben sich für diesen Zweck unter Anderen die nachfolgenden Anhaltspunkte.

1. Zur Berechnung der Ausdehnung eines Alkohols der Fettreihe kann man ohne erheblichen Fehler diejenige der entsprechenden Säure anwenden und umgekehrt; weil die Contractionen der Säuren und Alkohole sich stets sehr nahe liegen.

2. Zur Berechnung der Ausdehnung der Verbindung eines Alkoholradicals der Normalreihe kann man ohne erheblichen Fehler diejenige der entsprechenden Verbindung des benachbarten normalen Alkoholradicals benutzen, weil die Contractionen für die wachsenden Alkoholradicale der Normalreihe sich nur sehr langsam ändern. Rascher scheint diese Aenderung bei den Isoverbindungen statt zu haben, denn die Contraction einer Isoamylverbindung ist stets etwas kleiner als diejenige der entsprechenden Isobutylverbindung.

3. Die Contraction des Bromids eines Alkoholradicals

ist stets sehr nahe genau die mittlere zwischen der Contraction des Chlorids und des Jodids dieses Alkoholradicals.

4. Die Contraction des Chlorids und des Acetats eines Alkoholradicals stimmen meist nahe überein.

5. Die Ausdehnung einer Phenylverbindung ist etwa $^5/_4$ mal zu nehmen, um die Ausdehnung der entsprechenden Isobutylverbindung zu erhalten.

6. Sehr nahe liegen sich die Ausdehnungen der entsprechenden isobuttersauren und essigsauren Aetherarten, so dass eine nach der anderen berechnet werden kann,

7. Die Ausdehnung einer Aetherart ist etwa $^7/_6$ mal so gross als die Ausdehnung der dieser Aetherart isomeren Säure der Fettreihe.

Auch diese Beziehung wird in manchen Fällen zu einer angenäherten Berechnung dienlich sein.

§ 26. Es ist dargelegt worden, dass die Grösse der Stere verschiedener Verbindungen bei ihrer respectiven Kochhitze nicht völlig die gleiche ist; sie schwankt gesetzmässig in engen Grenzen und nimmt in der Regel (jedoch nicht bei den normalen Alkoholen und Aldehyden) mit wachsendem Atomgewicht in jeder Reihe etwas zu. Der grösseren Stere entspricht in diesen Fällen die kleinere Contraction. Wenn das Dalton'sche Gesetz giltig wäre, wonach die Flüssigkeiten von ihren Kochpunkten ab um gleichviel Grade erwärmt oder abgekühlt werden müssten, damit ihre Dampfspannung sich in gleicher Weise ändere, so hätte offenbar die grössere Stere bei Abnahme des Drucks die kleinere Contraction, und die Steren müssten bei niederen Drucken bei den respektiven Kochpunkten sich noch mehr von der Gleichheit entfernen.

Die wirkliche gleiche Abnahme der Spannung der Dämpfe, soweit dahin gehörige Beobachtungen vorliegen, scheint jedoch in homologen Reihen bei niederen Drucken

für die Glieder von höherem Atomgewicht grössere Abkühlungen zu erfordern, und dadurch die Wirkung der kleineren Contraction für gleichviel Grade mehr als abzugleichen. Wo man in der That eine dahin gehörige Rechnung ausführen kann, scheinen desshalb die Steren der Flüssigkeiten einer homologen Reihe bei correspondirenden Temperaturen um so mehr der Gleichheit sich zu nähern, je niederer die Drucke sind.

§ 27. Ich will diese Rechnung für die Fettsäurereihe, für welche Landolt[3]) die Dampfspannungen bei verschiedenen Temperaturen bestimmt hat, vorlegen. Ich gebe für jede Säure das Molecularvolum beim Kochpunkt für Eine Atmosphäre Druck und die entsprechende Stere, wie ich sie l. c. abgeleitet, und im Vorausgehenden mitgetheilt habe, an; füge dann bei, um wie viel Grade sich die betreffende Säure nach Landolt abkühlen muss, damit ihre Dämpfe von der Spannung von 760 mm auf die Spannung von 30 mm herabsinken, und bezeichne diese Anzahl Grade durch $\triangle t$. Dann füge ich noch die für dieses $\triangle t$ nach Kopps oder Pierres Ausdehnungsversuchen berechnete Contraction in 10000 Theilen des Volums bei Kochhitze bei. Hiernach hat man:

Ameisensäure $= C_2^1 H_2^2 O_2^2 . v = 41{,}8\ K = 6 \times \overline{6{,}97} . \triangle t = 80^0{,}8\ L . C = 837\ K.$

Essigsäure $= C_2^2 H_4^4 O_2^2 . v = 63{,}4\ K = 9 \times \overline{7{,}04} . \triangle t = 88^0{,}1\ L . C = 970\ K.$

Propionsäure $= C_3^3 H_6^6 O_2^2 . v = 85{,}9\ K = 12 \times \overline{7{,}16} . \triangle t = 88^0{,}1\ L . C = 1010\ K.$

Normalbuttersäure $= C_4^4 H_8^8 O_2^2 . v = 108{,}0\ P. = 15 \times \overline{7{,}19} . \triangle t = 99^0{,}4\ L. C = 1118\ P.$

Isovaleriansäure $= C_5^5 H_{10}^{10} O_2^2 . v = 130{,}4\ K = 18 \times \overline{7{,}24} . \triangle t = 105^0{,}8\ L. C = 1202\ K.$

Man sieht, dass mit wachsendem Atomgewicht die Stere zunimmt; aber auch $\triangle t$ nimmt zu; und weil der grösseren

3) Annal. Chem. Pharm. Supplem. VI. S. 129.

Stere auch die grössere Contraction entspricht, so nähern sich die Steren der Gleichheit.

Berechnet man nun nach den Kopp'schen und Pierre'schen Ausdehnungsbeobachtungen die Molecularvolume für die dem Dampfdruck von 30 mm entsprechenden Siedetemperaturen, so erhält man die Reihe:

Ameisensäure $= C_1^1 H_2^2 O_2^3 . v = 38,3 K = 6 \times \overline{6,38}$.

Essigsäure $= C_2^2 H_4^4 O_2^3 . v = 57,3 K = 9 \times \overline{6,37}$.

Propionsäure $= C_3^3 H_6^6 O_2^3 . v = 77,2 K = 12 \times \overline{6,43}$.

Normalbuttersäure $= C_4^4 H_8^8 O_2^3 . v = 95,9 P. = 15 \times \overline{6,39}$.

Isovaleriansäure $= C_5^5 H_{10}^{10} O_2^3 . v = 114,7 K = 18 \times \overline{6,37}$.

Bei 30 mm Druck sind also die Steren der Ameisensäure, Essigsäure, Normalbuttersäure und Isovaleriansäure wirklich schon gleich, im Mittel $= 6,\overline{38}$; nur die Propionsäure stimmt nicht genau, wohl weil es bis jetzt nicht zu gelingen scheint, sie rein genug darzustellen.

§ 28. In einer Arbeit über Siedepunkte und correspondirende Temperaturen, die ich hoffe bald vorlegen zu können, weise ich nach, dass, wie diess auch aus den Regnault'schen Beobachtungen der Dampfspannungen von Chloraethyl, Bromaethyl und Jodaethyl, und aus den Landolt'schen für die Fettsäuren hervorgeht, — dass für die Glieder einer solchen Reihe die Differenz correspondirender Siedetemperaturen mit dem Druck abnimmt, und mit wachsendem Drucke sich einem für höhere Drucke constanten Werthe nähert. Dieser Grenzwerth ist für die genannten Säuren nach Landolt schon bei Einer Atmosphäre Druck erreicht.

Dass sich die Steren solcher Flüssigkeiten bei niederen Drucken der Gleichheit nähern, wie diejenigen der Fettsäuren, wird sich wohl für alle die Gruppen bestättigen, für welche ich im Vorstehenden Abnahme der Siedepunktsdifferenz der Paare, Zunahme des Volum-

maasses und Abnahme der Contraction mit wachsendem Atomgewicht nachgewiesen habe.

Es scheint diese für Flüssigkeiten geltende Thatsache einer Beziehung der Körper in Gasform zu entsprechen. Für gasförmige Körper ist die Gleichheit der Molecularvolume (und also des Volummaasses oder der Stere) bei gleichem Druck und gleicher Temperatur nur streng gültig für sehr verdünnte Gase bei niederen Drucken; nicht selten weichen bei hohen Drucken auch die Molecularvolume der Gase, und also ihre Steren, von der völligen Gleichheit mehr und mehr ab.

§ 29. Ich erkenne in der Thatsache, dass sich das Volummaass entsprechender flüssiger Körper für sehr niedere Drucke der Gleichheit nähert, ebenso auch eine Analogie für das Verhalten fester Körper.

Für feste Körper, deren Dampfspannung bei gewöhnlicher Temperatur meist der Grenze Null zueilt, erscheint die Stere nicht selten für ganze Gruppen von entsprechenden Körpern als nahe constant, wie ich diess nun für so viele Reihen derselben festgestellt habe.

Wir vermögen die correspondirenden Temperaturen für feste Körper bis jetzt nicht anzugeben. Die Differenz correspondirender Temperaturen zweier fester Körper ist, dem niederen Dampfdruck entsprechend, wahrscheinlich kleiner, als die Siedepunktsdifferenz der entsprechenden Flüssigkeiten. Aber wenn sie auch etwas grösser wäre, so würde diess doch nicht hindern, bei gleicher mittlerer Temperatur, oder z. B. bei 0° die Steren fester Körper für zahlreiche Gruppen nahe übereinstimmend zu finden, weil die Ausdehnung fester Körper durch die Wärme in der Regel eine so geringe ist, dass sie z. B. für 100° auf die Ziffern des Molecularvolums, so weit sich dasselbe bis jetzt genau beobachten lässt, meist noch keinen sehr erheblichen Einfluss auszuüben vermag.

In dieser Weise kann man sich eine theoretische Rechenschaft geben über das bei festen Körpern waltende Sterengesetz, wie ich dasselbe in den Sitzungsberichten der K. Akademie der Wissenschaften 1877 erstmals ausführlicher entwickelt habe. Man gelangt dadurch zu einer zwar noch hypothetischen, aber insofern werthvollen theoretischen Aufassung, als dieselbe für Gase, Flüssigkeiten und feste Körper übereinstimmende Gültigkeit hat.

§ 30. Für die Richtigkeit des Sterengesetzes spricht noch eine andere sehr bemerkenswerthe Thatsache.

Die Volumformeln im festen und flüssigen Zustande erscheinen, wie l. c. schon hervorgehoben, in der Regel identisch, oder mit anderen Worten: die Volumconstitution der Körper im festen und flüssigen Zustande, so weit solche Vergleiche bis jetzt möglich sind, ist meist durch die nämliche Formel dargestellt.

So erscheint das mit einwerthigen Elementen oder Gruppen verbundene Chlor im festen und flüssigen Zustande als Cl_1^3, das Brom als Br_1^4. Es ist z. B. wie ich dargelegt habe.[4])

Festes Chlorkalium	$K_1^4 Cl_1^3$	$= 7 \times \overline{5,4}$	$= 37,8.$
„ **Chlornatrium**	$Na_1^2 Cl_1^3$	$= 5 \times \overline{5,4}$	$= 27,0.$
„ **Bromkalium**	$K_1^4 Br_1^4$	$8 \times \overline{5,4}$	$= 43,2.$
„ **Bromnatrium**	$Na_1^2 Br_1^4$	$6 \times \overline{5,4}$	$= 32,4.$

Flüssiges Chlorpropyl	$C_3^3 H_7^7 Cl_1^3$	$= 91,6$	$= 13 \times 7,05.$
„ **Chloraethyl**	$C_2^2 H_5^5 Cl_1^3$	$= 71,2$	$10 \times \overline{7,12}.$
„ **Brompropyl**	$C_3^3 H_7^7 Br_1^4$	$100,3$	$= 14 \times \overline{7,16}.$
„ **Bromaethyl**	$C_2^2 H_5^5 Br_1^4$	$= 78,4$	$= 11 \times \overline{7,13}.$

Die feste Stere ist etwa 5,4, die flüssige beim Kochpunkt ist etwa 7,1, und es steht lediglich Propyl

4) Annal. Chem. Pharm. Bd. 192 S. 295 u. ff.

$= C_1^4 H_7^7$ und Aethyl $= C_2^2 H_5^5$ u. s. f. an der Stelle von K_1^4 und Na_1^2 in den festen Verbindungen.

Es sei noch ein zweites Beispiel vorgeführt.

Für feste Ameisensäure und Essigsäure hat Pettersson die Molecularvolume sehr genau festgestellt; für erstere v = 32,4; für letztere v = 48,7. Nun ist nach dem Sterengesetz hieraus zu entnehmen:

Feste Ameisensäure $= C_1^1 H_2^2 O_2^3 = 6 \times \overline{5,4} = 32,4$ wie beob.

„ **Essigsäure** $= C_2^2 H_4^4 O_2^3 = 9 \times \overline{5,4} = 48,6$ wie beob.

Aber für diese flüssigen Säuren beim Kochpunkt hat sich damit völlig übereinstimmend ergeben:

Flüssige Ameisensäure $= C_1^1 H_2^2 O_2^3 = 41,8 = 6 \times \overline{6,97}$.

„ **Essigsäure** $= C_2^3 H_4^4 O_2^3 = 63,4 = 9 \times \overline{7,04}$

Die Volumconstitution ist im festen und flüssigen Zustande völlig die gleiche; nur die Grösse der Stere ist verschieden.

Ganz dasselbe gilt ferner von den festen Silbersalzen und den flüssigen Aetherarten der Säuren der Fettreihe.

Für die Silbersalze dieser Säuren im festen Zustande habe ich[5]) nachgewiesen, dass sie das Silber mit seinem Metallvolum als Ag_1^2 enthalten, und dass z. B.

Festes Silberacetat $= C_2^2 H_3^3 Ag_1^2 O_2^3 = 51,3$ Schröder $= 10 \times \overline{5,13}$.

„ **Silberbutyrat** $= C_4^4 H_7^7 Ag_1^2 O_2^3 = 82,9$ Schröder $= 16 \times \overline{5,18}$.

„ **Silberisovalerianat** $= C_5^5 H_9^9 Ag_1^2 O_2^3 = 98,7$ Schröder $= 19 \times \overline{5,19}$

Ganz entsprechend sind nach dem Vorausgehenden bei Kochhitze

Flüssiges Essigsaures Aethyl $= C_2^2 H_3^3 . C_2^2 H_5^5 O_2^3 = 107,4$ K $= 15 \times \overline{7,16}$.

„ **Isobuttersaures Aethyl** $= C_4^4 H_7^7 . C_2^2 H_5^5 O_2^3 = 150.8$ P. . K $= 21 \times \overline{7,16}$.

„ **Isovaleriansaures Aethyl** $= C_5^5 H_9^9 . C_2^2 H_5^5 O_2^3 = 174,7$ P.P. $= 24 \times \overline{7,28}$.

---

5) Berichte d. deutsch. Chem. Ges. 10 S. 852 u. f.

Die Volumconstitution der festen Silbersalze und der flüssigen Aetherarten stimmt völlig überein, nur steht in den letzteren überall das Aethyl $= C_2^2 H_5^5$ an der Stelle des Silbers $= Ag_1^2$ in den ersteren, und die Stere ist bei den genannten flüssigen Aetherarten bei Kochhitze $= \overline{7,16}$ bis $\overline{7,28}$; bei den festen Silbersalzen aber $= 5,13$ bis $5,19$.

Diese Beispiele mögen genügen.

Fortan wird sich die Volumtheorie auf der nun gewonnenen festen Grundlage mit jeder Erweiterung des Beobachtungsgebietes sehr rasch und sicher fortentwickeln, und in Zukunft, ja in Bälde, auch zur Kenntniss der chemischen Natur der Verbindungen das ihrige reichlich beitragen.

Herr Hermann v. Schlagintweit-Sakünlünski überreicht der hohen Classe für die k. Hof- und Staats-Bibliothek ein Exemplar der botanischen Abhandlung:[1])

„Die Compositae des Herbarium Schlagintweit aus Hochasien und südlichen indischen Gebieten.

Bestimmt und bearbeitet von Dr. F. W. Klatt. Mit einleitenden Angaben über das Auftreten, sowie über topographische und klimatische Verhältnisse, von Hermann v. Schlagintweit-Sakünlünski.

Nebst 1 Karte der Reisewege und Abbildung von 7 n. sp. auf 3 lithogr. Tafeln."

Er verbindet damit, im Anschlusse an den früheren Bericht in der Sitzung des 9. Februar 1878, die folgenden Mittheilungen.

Jene ersten Angaben Herrn Dr. Klatt's über die Formen, 17 an der Zahl, welche sich damals als neue Species ihm ergeben hatten, wurden von der k. Akademie in vorläufiger Analyse, ohne Abbildungen, zu Druck gebracht; meinerseits wurden dabei für die betreffenden Exemplare die Localitäten des Auftretens besprochen. Zugleich habe ich für jene beiden Gattungen von Compositen, deren Species in unserem Herbarium aus Hochasien am zahlreichsten vertreten sind,

1) Nova Acta der kaiserl. Leop.-Carol.-Deutschen Akademie der Naturforscher. Band XLI Pars. II Nr. 6; 4° Halle 1880. Als Separatausgabe, S. 1 bis 75, in Commission bei Wilh. Engelmann, in Leipzig.

für das Genus *Artemisia* und das Genus *Saussurea*, vergleichende Erläuterung ihrer Verbreitung beigefügt.

Vor der ausführlichen Publication der systematischen Untersuchung und der Herstellung der Tafeln in den Verhandlungen der Kais. Leop.-Carol.-Deutschen Akademie ist jetzt Revision derselben gefälligst von Herrn Professor Kraus zu Halle noch vorgenommen worden. Er war in der Lage, noch vollständiger die über die Familie der Compositen bereits vorliegenden Daten dabei zu berücksichtigen, und es hat sich ergeben, dass die Zahl der neuen Species sich reducirt; 7 sind jetzt auch auf den der Abhandlung beigegebenen Tafeln abgebildet. Diejenigen Species, für welche frühere Bestimmung sich gefunden hat, sind nun als neue ausgeschlossen, und die schon vorhandenen Namen sind aus „Clarke's Compositae indicae"[2]) gegeben; Dr. Klatt hat aber auch da, wo Aenderung eintrat, die descriptiven Angaben über Verwandtschaft, jetzt mit den Modificationen, die sich boten, in gleicher Ausführlichkeit wie in der ersten akademischen Mittheilung, wieder beigefügt.

Mit der Aufzählung des Materials dieser Familie in seinen Einzelheiten konnten zugleich für das Ganze jene topographischen Daten über Verbreitung verbunden bleiben, welche in unserem Herbarium selbst, während des Sammelns, auch mit Details über vereinzelte Standorte, angegeben wurden, um der Beurtheilung der pflanzengeographischen Verhältnisse als Basis zu dienen. Die Höhenangaben, welche als die ersten berechnet waren, stehen schon auf den Herbarium-Folien neben den Localitäten. Solche sind ohnehin von Herrn Klatt bei den Localitäten angeführt; ich selbst habe nun ergänzend nur für alle jene Localitäten die Höhen noch beigefügt, an welchen neue Species, Varietäten

2) Clarke A. B., „Compositae Indicae descriptae et secus genera Benthamii ordinatae." Calcutta, Thacker, Spinck and Co. 1876.

oder ungewöhnliche klimatische Erscheinungen zu besprechen waren.[3])

Um für die Verbreitung oder Begrenzung der auftretenden Formen auch den so wichtigen Einfluss der Flächenausdehnung zu überblicken, ist jetzt die Kartenskizze noch beigefügt, welche ich zuerst mit dem „Berichte"[4]) an die k. Akademie über die für unsere Sammlungen in der königl. Burg zu Nürnberg gewährte Raumanweisung gegeben habe (d. d. 1. Dec. 1877).

In der Ausführung, welche ich nun für die Nova Acta mit Revision bis November 1879 vornahm, konnte ich im nordwestlichen Hochasien auch die neueren Ergebnisse für Ost-Turkistán und für das Pámir-Hochland dabei berücksichtigen.

Als „Reisewege"[5]) sind in dieser Karte ebenso wie unsere eigenen Routen noch jene eingetragen, auf welchen unser Gefolge zum Theil in Nebenmärschen zu reisen hatte; letzteres musste vorzüglich zur Vervollständigung des Sammelns geschehen, und wurde auch einige Zeit nach unserer Abreise noch fortgesetzt. —

---

3) In meiner Abhandlung „Die Anlage des Herbariums während der Reisen und Erläuterung der topographischen Angaben", Denkschrift der k. bayer. Akad. der Wiss. II. Cl. XII. Bd. 1876, hatte ich in alphabetischer Reihenfolge für jede Localität die Höhenzahl bereits angegeben.

4) „Da ich mich in der Herstellung der Karte auf die Reduction von 1:16²/₃ Millionen beschränkte, habe ich von den Gebirgsregionen sowohl Hochasiens als auch der indischen Halbinsel nur die für die allgemeine Gestaltung charakteristischen Kammlinien markirt; es wurde hiedurch möglich, dass in der Darstellung auch die Flussnetze sowie die Lage der Hauptorte genügende Deutlichkeit erhielten." Ber. S. 339.

5) In den „Results" enthält Vol. I, p. 11—35 in tabellarischer Zusammenstellung zugleich die Zeit in Verbindung mit dem Detail der Vertheilung der Routen. Auf der hiezu gegebenen ausführlichen Karte im „Atlas" sind für unsere eigenen Routen, durch verschiedene Art der Kennzeichnung, die Märsche eines jeden einzeln zu übersehen.

Die 7 neuen Species, welche, nebst Erläuterun der Abbildungen, auf den 3 Tafeln der Abhandlung ge geben wurden, sind die hier folgenden; auf die syste matische Definition im Sitzungs-Berichte des 9. Februa 1878 ist durch die beigefügten Seitenzahlen hingewiesen.

Tafel 1.

1. *Pulicaria (Pterochaeta) Sakhiana* F. W. Klatt. Ein Ast, verkleinert. 1. Blüthe. 2. Staubgefässe. 3. Griffel mit den Narben. 4. Faden des innern Pappus. 5. Stäubchen aus dem Staubkolben. 6. Fruchtknoten mit dem äusseren Pappus. 7. Hüllkelch. 8 a und b. Kelchblätter. 9. Hochblatt. 10. Blüthenstiel. Fig. 1—10 vergrössert . . . Ber. S. 87

2. *Artemisia Schlagintweitiana* F. W. Klatt. Ganze Pflanze, verkleinert. 1. Blüthe. 2. Narben. 3. Hüllkelchblatt. 4 a und b. Obere Blätter. 5. Unteres Blatt. Fig. 1—5 vergrössert . . . . . Ber. S. 90

Tafel 2.

3. *Artemisia Kohatica* F. W. Klatt. Ganze Pflanze, verkleinert. 1. Blüthe. 2 a und b. Griffel mit den Narben. 3. Hüllkelchblatt. Fig. 1—3 vergrössert . . . . . Ber. S. 91

4. *Saussurea (Aplotaxis) stemmaphora* F. W. Klatt. Ganze Pflanze, verkleinert. 1 und 2. Blüthen. 3 und 4. Staubfaden. 5. Griffel und Narben. 6. Pappus. 7. Haare des Receptaculums. 8. Receptaculum. 9 a, b und c. Fruchtknoten. 10 a und b. Involucralschuppen nach innen. 11. Laubblatt . Ber. S. 93

---

6) In der durchlaufenden Bezeichnung der Tafeln der „Nova Acta" sind die Bezifferungen: XXXVI, XXXVII und XXXVIII.

(Tafel 2.)

5. *Saussurea (Aplotaxis) chenopodifolia* F. W. Klatt. Oberer Theil der Pflanze, verkleinert. 1 a, b und c. Blüthen. 2. Staubgefässe. 3. Griffel mit Narben. 4. Pappus 5. Hüllkelch. 6 a und b. Hüllkelchschuppen, c. Hochblatt. 7. Laubblatt . . . . . Ber. S. 91.

Tafel 3.

6. *Saussurea (Aplotaxis) Schlagintweitii* F. W. Klatt. Ganze Pflanze, verkleinert. 1. Blüthenkopf mit den äussern Involucralschuppen. 2. Vollständige Blüthe. 3. Krone mit der verdickten Röhre. 4. Staubgefässe. 5. Griffel und Narbe. 6. Pappusfäden. 7. Innere Involucralschuppe. 8. Ein Laubblatt. Fig. 2—6 vergrössert . . . . . Ber. S. 94.

7. *Prenanthes callosa* F. W. Klatt. Ganze Pflanze, verkleinert. 1. Vollständige Blüthe. 2. Pappus. 3. Achaenium. 4. Involucrum. 5 a und b. Involucralschuppen. 6. Blattrand. Fig. 1—6 vergrössert . . . . Ber. S. 98.

Ausser diesen beschreibt Dr. Klatt noch unverändert:

Jurinea rosulata F. W. Klatt und *J. gnaphaloides* F. W. Klatt . . . . . Ber. S. 96.

Als Aenderungen in der Definition der übrigen Compositen, welche als n. sp. im Sitzungs-Berichte vorliegen, sind die hier folgenden Bezeichnungen jetzt anzugeben.

Aster scaposus F. W. Klatt . . . . . Ber. S. 84
jetzt *Aster asperrimus* Wall.

Inula polycephala F. W. Klatt . . . . . Ber. S. 85
jetzt *Inula cuspidata* Clarke.

Inula verrucosa F. W. Klatt . . . . . Ber. S. 86
jetzt *Inula Thomsonii* Clarke.

Allardia incana F. W. Klatt . . . . . Ber. S. 88
jetzt *Allardia vestita* Hook. fil. et Thoms.

Chrysanthemum (D. Pyrethra) artemisiaefolium F. W. Klatt . . . . . Ber. S. 88
jetzt *Chrysanthemum (D. Pyrethra) tibeticum* Hook. fil. et Thoms.

Saussurea acaulis F. W. Klatt . . . . . Ber. S. 91
jetzt *Saussurea Thomsonii* Clarke.

Saussurea (Aplotaxis) setifolia F. W. Klatt Ber. S. 95
jetzt *Saussurea (Aplotaxis) subulata* Clarke.

Ainsliaea glumacea F. W. Klatt . . . . Ber. S. 97
jetzt *Ainsliaea angustifolia* Hook. fil. et Thoms.

Sitzung vom 4. December 1880.

Herr v. Jolly spricht:

„Ueber Volumänderungen einiger Metalle beim Schmelzen“[1]); von F. Nies und A. Winkelmann.

§ 1.

Einleitung.

Im Allgemeinen ist man geneigt, den Satz von der Ausdehnung der Körper bei Erhöhung der Temperatur und Zusammenziehung derselben bei Abkühlung auch auf den Uebergang aus dem festen in den flüssigen Aggregatzustand und vice versa auszudehnen, und in Folge dessen dem flüssigen Körper ein kleineres specifisches Gewicht, als dem festen gleicher Natur und gleicher Temperatur zuzuschreiben. Körper, von denen man erfahrungsgemäss das Gegentheil weiss, (für alle Beobachter das Eis, für viele unter andern das Eisen) werden als Ausnahmen gegenüber der sonstigen allgemeinen Gültigkeit des Satzes bezeichnet. Die Literatur bietet nicht viele Arbeiten dar, welche die Untersuchungen im Zusammenhange auf mehrere Körper ausdehnen; die ausführlichste verdanken wir H. Kopp[2]), welcher seine Unter-

---

1) In der geologischen Section der Naturforscher-Versammlung zu Danzig wurde am 23. Sept. 1880 über die vorliegende Arbeit referirt.

2) H. Kopp. Ann. der Chemie u. Pharm. B. 93. p. 129. (1855).

suchungen auf Phosphor, Schwefel, Wachs, Stearinsäure, Stearin, Eis, Chlorcalcium, phosphorsaures Natron, unterschwefligsaures Natron und Rose's Metall ausdehnte und nachwies, dass alle diese Körper beim Uebergang aus dem festen in den flüssigen Zustand eine Volumvergrösserung erfahren. Für die Metalle weichen die Angaben der einzelnen Autoren hinsichtlich der Aenderung der Dichte beim Schmelzen vielfach von einander ab, und ist bisher noch kein einziges Metall von allen Beobachtern in gleichem Sinne beurtheilt. Nachdem desshalb Einer von uns bei Gelegenheit einer andern Untersuchung auf die Thatsache aufmerksam wurde, dass ein gewöhnlich nicht unter den Ausnahmen aufgeführter Körper, Zinn, im festen Aggregatzustande leichter, als im gleich temperirten flüssigen ist, so erschien es uns wünschenswerth, gemeinsam auch andere Körper, zunächst sonstige Metalle auf das Verhältniss der Dichte im festen und flüssigen Zustande zu prüfen. Zugleich aber sollten sich diese Studien auch auf den Versuch erstrecken, etwaige Dichtigkeitsdifferenzen numerisch zu bestimmen. Ueber die hierzu ausgeführten Experimente soll im Folgenden referirt werden [1]).

Die Resultate sind nach der Reihenfolge, in welcher wir die Metalle untersuchten, zusammengestellt, so zwar, dass bei jedem einzelnen Metalle ein erster § die in der Literatur enthaltenen Notizen, ein zweiter § den Gang unserer eigenen Experimente angibt. Am Schlusse der Arbeit enthält § 16 eine Zusammenstellung der Versuchsresultate und § 17 einige Bemerkungen über das Verhalten der Legirungen und der Silikate.

---

1) Wir sind Herrn Prof. v. Wolff, dem Vorstande der hiesigen landwirthschaftlichen Versuchsstation, und den beiden Versuchsdirigenten dieser Anstalt, Herrn Dr. Kreuzhage und Herrn Dr. Kellner für mehrfache Unterstützung zu Dank verpflichtet.

§ 2.

Zinn. Literatur.

Unter den Arbeiten, welche eine Mehrzahl von Metallen in Bezug auf die Dichtigkeitsverhältnisse im festen und im geschmolzenen Zustande behandeln, ist ein Aufsatz von Réaumur [1]) zu erwähnen. Zum Vergleich mit Eisen prüfte derselbe eine Reihe von sonstigen Metallen und zwar unter Anwendung von drei Methoden. Er suchte zunächst Körper im festen Aggregatzustande auf dem geschmolzenen Materiale zum Schwimmen zu bringen; oder er füllte Gefässe mit dem flüssigen Metalle und beobachtete die Oberfläche nach dem Erkalten; Concavität wird auf Zusammenziehung, Convexität auf Ausdehnung im Momente der Erstarrung gedeutet. Endlich übergoss er ein auf dem Grunde des Giessgefässes liegendes festes Stück mit dem geschmolzenen Material dieser Substanz; steigt hierbei das feste Stück auf, so wird von Réaumur selbst diese Art des Nachweises einer Ausdehnung beim Erstarren als die sicherste bezeichnet.

Hinsichtlich des Zinns gibt Réaumur an, dass es beim Erkalten eine concave Oberfläche erhält, sich also beim Uebergang aus dem flüssigen in den festen Aggregatzustand verdichte und zwar weniger, als Blei, etwas stärker als Kupfer; im übrigen verhalte sich Zinn ähnlich wie Blei und bereite, wie dieses der Beobachtung besondere Schwierigkeit, weil es bei zu hoher Temperatur leicht wegschmelze, bei zu niedriger aber dickflüssig werde. Ausser Reproductionen dieser Réaumur'schen Angabe, Zinn ziehe sich beim Erkalten zusammen, ist uns aus der Literatur nur Marx [2]) Notiz bekannt, „Zinn scheint beim Erstarren keine Ausdehnung, sondern eher eine Zusammenziehung zu erleiden".

1) Réaumur. Histoire de l'académie royale des sciences p. 7. (1726); ausführlicher in „Mémoires de mathematique et physique" p. 273. (1726).

2) Marx. Schweizer-Seidel's Jahrbuch der Physik u. Chemie. B. 58. p. 454. (1830).

§ 3.

Zinn. Experimente.

Unsere eigenen auf Zinn bezüglichen Experimente sind in Kürze folgende: Das Zinn wurde in einem starken cylindrischen Gefäss von Kupfer, 14 cm hoch und 11 cm Durchmesser, geschmolzen und der Schmelzpunkt zu 226,5° C. bestimmt. Um die grosse Menge Zinn von etwa 7 Kilo, welche das Kupferbad enthält, auf einer möglichst gleichmässigen Temperatur zu erhalten, war das Kupfergefäss von zwei Eisencylindern im Durchmesser von 13 resp. 15 cm umgeben und es gelang auf diese Weise, die Temperatur in den verschiedenen Theilen des Bades nahezu gleich (bis auf eine Differenz von 0,1° bis 0,2°) zu erhalten. Der Beweis hiefür wurde dadurch beigebracht, dass das Thermometer, an verschiedenen Stellen des Bades eingeführt, keine grössern Differenzen erkennen liess; auch wurde mehrfach mit zwei Thermometern gleichzeitig die oben erwähnte Beobachtung wiederholt.

Das Zinn zeigt sehr deutlich die fundamentale Erscheinung, um deren Nachweis es sich hier vor Allem handelt, dass das feste Metall in dem flüssigen schwimmt. Es ist bekannt, dass man einen Körper, welcher specifisch schwerer als eine Flüssigkeit ist, auf der Oberfläche der Flüssigkeit schwimmend erhalten kann, wenn man nur dafür Sorge trägt, dass der Körper vorsichtig aufgelegt wird, so dass die Flüssigkeit den Körper nicht vollständig bedeckt. Ein solcher Körper sinkt aber zu Boden, sobald man ihn ein Mal untertaucht. Von dieser Art des Schwimmens soll im Folgenden abgesehen werden, so dass ein Körper von uns nur dann als schwimmend bezeichnet wird, wenn derselbe nach dem Untertauchen sich wieder bis zur Oberfläche der Flüssigkeit oder mit einzelnen Theilen darüber hinaus-

hebt. Ein Versuch dieser Art wird im Folgenden „Fundamentalversuch" genannt.

Um mit Sicherheit ein festes Stück zu gewinnen, welches der Substanz nach mit dem flüssigen Metall vollkommen übereinstimmt, wurde die ganze Masse zunächst geschmolzen, und dann mit einem Löffel ein Theil herausgehoben und der Erkaltung ausgesetzt. Wurde dann die erkaltete Masse in das flüssige Metall, dessen Temperatur die des Schmelzpunktes war, gebracht, so sank zunächst der feste Körper unter, erhob sich aber nach einiger Zeit bis zur Oberfläche und ragte stellenweise über dieselbe hinaus. Ein nachfolgendes Untertauchen mit einem Glasstabe hatte immer denselben Erfolg: Der Körper stieg sehr schnell wieder in die Höhe, sobald die untertauchende Kraft zu wirken aufgehört hatte.

Aus diesen Versuchen geht zunächst hervor, dass das feste Metall in niedriger Temperatur dichter als das flüssige Metall ist, dass aber in höhern Temperaturen das Umgekehrte der Fall ist: Das feste Metall ist weniger dicht, als das flüssige.

Um uns von der Richtigkeit dieses Resultates noch weiter zu überzeugen, versuchten wir das feste Metall vor dem Untertauchen so weit zu erwärmen, dass es nach dem Untertauchen sofort wieder in die Höhe stieg und nicht merst, wie früher von dem kalten Metall erwähnt wurde, untersank. Wir erreichten dies nach einigen Versuchen in folgender Weise: Es wurde ein Gussstück festen Zinns von der Form eines rechtwinkeligen Parallelpipeds im Gewichte von etwa 300 gr hergestellt, und dieses nach der Erkaltung vorsichtig auf die vorher gereinigte Oberfläche des flüssige Zinns gelegt, so dass ersteres nicht untersank. Bestimmt man dann die Zeit, so lässt sich leicht angeben, wie lange man mindestens warten muss, um die Masse soweit sich erwärmen zu lassen, dass ein nachfolgendes durch einen

Glasstab bewirktes Untertauchen das feste Stück nicht tiefer sinken lässt. Wartet man diese Zeit ab, so steigt das feste Metall nach dem Untertauchen sogleich wieder zur Höhe; taucht man hingegen das Metall vor Ablauf der betreffenden Zeit unter, so sinkt es zunächst zu Boden, um erst nach hinreichender Erwärmung in der Tiefe wieder an der Oberfläche zu erscheinen.

Es ist der Wunsch naheliegend, die Differenz der Dichten, welche in dem festen und flüssigen Metall nach Obigen vorhanden ist, auch durch Zahlen auszudrücken. Eine Bestimmung dieser Art ist mit grossen Schwierigkeiten verbunden, deren Ueberwindung uns erst nach manchen vergeblichen Versuchen theilweise gelungen ist.

Zunächst versuchten wir direkt den Auftrieb zu bestimmen, den das feste Metall im flüssigen erfährt. Zu diesem Zwecke wurde in eine parallel pipedische Form flüssiges Zinn um einen Kupferdraht gegossen und dieser Körper nach dem Erkalten gewogen. Dann wurde die Waage so aufgestellt, dass das Ende des einen Arms derselben in einer Entfernung von etwa 30 cm oberhalb des flüssigen Metalles sich befand und an diesem Arm mittels eines passenden Drahtes der Zinnkörper so aufgehängt, dass derselbe in das flüssige Zinn bis zu einer bestimmten Tiefe eintauchte. Es zeigte sich aber bald, dass es nicht möglich war, den Gewichtsverlust des festen Metalls in dem flüssigen auf diese Weise zu bestimmen. In Folge der verschiedenen Ausdehnung von Zinn und Kupfer löst sich das feste Zinn vom Kupfer ab und vereitelte jedes Mal den Versuch. Alsdann versuchten wir dem Draht durch Biegung eine solche Form zu geben, dass das um denselben gegossene Zinn sich nicht mehr loslösen konnte. Es gelang dies vollständig, aber eine neue Schwierigkeit liess auch diese Versuche nicht zu dem gewünschten Ziele gelangen. Da der Kupferdraht, welcher in dem festen Zinn sich befand, aus der Oberfläche

des flüssigen Zinns hervorragte, so setzten sich beim Hin- und Herschieben der Waage immer kleine Theile flüssigen Zinns an den Draht an, welche alsbald fest wurden, wenn der Draht in die Höhe gehoben wurde, und theilweise wieder verschwanden, wenn der Draht tiefer in die flüssige Masse eintauchte. Durch Steigerung der Temperatur konnte man diese Fehlerquelle allerdings bedeutend reduciren, indessen war sie doch immer bei dem ziemlich dicken Draht, der für diese Zwecke nothwendig anzuwenden war, noch zu gross, um irgend zuverlässige Resultate zu liefern. Eine Steigerung der Temperatur des Zinnbades hatte aber noch den weiteren Uebelstand, dass das feste Zinn, dessen Gewichtsverlust besimmt werden soll, schnell abschmilzt, und auch eine nachträgliche Wägung in der Luft, welche ohnehin wegen der nie ganz zu vermeidenden Schmelzung nothwendig ist, kann diesen Uebelstand nicht beseitigen. Zu all' diesem kommt noch, dass beim Herausheben des festen Zinns aus der flüssigen Masse ein Theil der letztern sich an das feste Metall anlegt, so dass sich niemals ganz genau das wahre Gewicht des festen Metalls, welches in dem flüssigen vorhanden ist, angeben lässt. Ein Fehler in dieser Hinsicht hat aber auf das Resultat einen bedeutenden Einfluss, da derselbe sich vollständig auf die gesuchte Grösse, die Gewichtsdifferenz gleicher Volumina flüssigen und festen Metalls, wirft, ein Einfluss, der desshalb so stark wirkt, weil die genannte Differenz immer sehr gering ist. Wir gaben daher diese Methode auf und suchten nach einer andern, welche eine genügende Genauigkeit zu liefern im Stande ist.

Bringt man in ein Stück festen Zinns einen specifisch schwereren Körper, so muss es ein bestimmtes Gewichtsverhältniss beider geben, bei welchem der zusammengesetzte Körper gerade das specifische Gewicht des flüssigen Zinns besitzt; dieser Körper in das flüssige Zinn eingetaucht wird überall im Gleichgewicht sich befinden. Es wäre nun diese

Methode leicht anwendbar, wenn man beim flüssigen Zinn diesen Gleichgewichtszustand des festen Körpers zu bestimmen und zu controlliren im Stande wäre, wenn also das flüssige Metall durchsichtig wäre. Da dies nicht der Fall, haben wir Grenzbestimmungen nach beiden Seiten in folgender Weise versucht. Nimmt man p. gr festen Zinns, in welchem der Reihe nach je x_1, x_2, x_3 . . . . . x_n gr Kupfer eingeschlossen sind, wo

$$\begin{array}{c} x_1 < x_2 \\ x_2 < x_3 \\ \cdot \quad \cdot \\ \cdot \quad \cdot \\ \cdot \quad \cdot \\ \cdot \quad \cdot \\ x_{n-1} < x_n \end{array}$$

und nimmt man ferner an, dass das Zinnstück mit x_1 gr Kupfer einen Auftrieb erfährt, dagegen das Stück mit x_n gr Kupfer niedersinkt, so lässt sich das Verhältniss der specifischen Gewichte vom festen und flüssigen Zinn in zwei Grenzen einschliessen. Man hat nämlich unter der Voraussetzung, dass

$$\left.\begin{array}{lll} S & \text{das specifische Gewicht des flüssigen Zinns} & \\ s & \text{,, ,, ,, ,, festen ,,} & \\ aS & \text{,, ,, ,, ,, Kupfer} & \end{array}\right\} \begin{array}{c}\text{bei der}\\ \text{Temperatur}\\ t\end{array}$$

bedeute, wo $a > 1$,
folgende Beziehungen

$$\left.\begin{array}{l} \frac{p}{s} + \frac{x_1}{aS} > \frac{p + x_1}{S} \\ \frac{p}{s} + \frac{x_n}{aS} < \frac{p + x_n}{S} \end{array}\right\} \quad (1)$$

daher:

$$1 + \frac{x_n}{p}\left(1 - \frac{1}{a}\right) > \frac{S}{s} > 1 + \frac{x_1}{p}\left(1 - \frac{1}{a}\right) \quad (2)$$

die Grenzen, in welchen $\frac{S}{s}$, — das Verhältniss der specifischen Gewichte des flüssigen zum festen Zinn — nach der obigen Gleichung eingeschlossen ist, werden um so enger, je geringer die Differenz $x_n - x_1$ wird.

Nach diesem Gedanken sind die Versuche ausgeführt. Es wurde in ein parallelopipedisches Gefäss flüssiges Zinn aus dem benutzten Bade bis zur Hälfte eingefüllt, alsdann ein bekanntes Gewicht Kupfer eingetaucht und nun das Gefäss mit Zinn vollgefüllt. Auf diese Weise war eine bekannte Kupfermasse in das Zinn eingeschlossen. Nach dem Erkalten des Körpers wurde derselbe vorsichtig auf das schmelzende Zinn gelegt und eine bestimmte Zeit dort belassen. Alsdann wurde der Körper untergetaucht und beobachtet, ob derselbe wieder an der Oberfläche zum Vorschein kam oder nicht. War das erstere der Fall, so wurde derselbe meistens noch ein Mal untergetaucht, um die Beobachtung zu wiederholen. In jedem Falle wurde der Körper aus dem Bade herausgehoben, um eine Wägung vornehmen zu können. Es war dies unbedingt erforderlich, weil das Gewicht der herausgehobenen Stücke, auch wenn dasselbe vor dem Eintauchen gleich war, nachher sehr verschieden sein konnte und auch thatsächlich war. Beim ersten Auflegen des kältern festen Stückes auf das flüssige Metall setzte sich zuerst eine nicht unbeträchtliche Menge des Metalls an das feste Stück durch Abkühlung fest. Dieses schmolz dann allmählig, besonders nach dem Untertauchen, nach und nach ab und dehnte sich dieser Schmelzungsvorgang auch auf die ursprünglich eingeführte Masse aus.

Von den Versuchen führen wir nur einige an, welche sich schon in der Nähe der Grenze bewegen.

Nummer des Versuches	Gewicht des Zinns in gr p	Gewicht des in dem Zinn eingeschlossenen Kupfers x	Beobachtung, ob das Zinn mit Kupfer in dem flüssigen Zinn schwimmt oder nicht
1	764,0	8,81	schwimmt
2	324,0	8,39	„
3	230,0	8,39	„
4	321,0	15,81	schwimmt nicht
5	433,0	15,81	„ „

Aus diesen Versuchen lassen sich nach der Gleichung (2) die Grenzwerthe berechnen, sobald die Grösse a bekannt ist. Nach der Definition gibt aS das specifische Gewicht des Kupfers bei der Temperatur des geschmolzenen Zinns an, und da ferner S das specifische Gewicht des flüssigen Zinns bei derselben Temperatur darstellt, so folgt, dass a das specifische Gewicht des Kupfers bezogen auf das flüssige Zinn als Einheit bedeutet.

Um diese Grösse direkt zu erhalten, wurde eine Kugel von Kupfer, in welche ein Kupferdraht von 0,2 mm Durchmesser versenkt war, in dem flüssigen Zinn gewogen, um den Gewichtsverlust zu bestimmen, den dieselbe erfuhr. Bei diesen Versuchen war die Temperatur des schmelzenden Zinns über die Temperatur des Schmelzpunkts absichtlich nicht unbeträchtlich erhöht, um durch diese Massregel das stärkere Anhaften des Zinns an dem hervorragenden Draht möglichst zu vermeiden; auf die Aenderung, welche die Grösse a durch diese Temperatursteigerung erfährt, und den Einfluss, welchen dieselbe auf das gesuchte Resultat ausübt, werden wir später eingehen.

Das Gewicht der Kugel mit dem Stück vom Kupferdraht, welches später in das Zinnbad eintauchte, betrug in der Luft 74,28 gr. Es wurden zwei Versuche ausgeführt,

um den Gewichtsverlust im schmelzenden Zinn zu bestimmen; in beiden Versuchen war die Temperatur nahezu 250° C. und betrug das Gewicht der Kugel mit Draht unter Zinn beide Mal 14,2 gr, wodurch der Gewichtsverlust gleich 60,08 wird.

Hieraus berechnet sich die Grösse a

$$a = \frac{74,28}{60,08} = 1,236$$

Es mag hier schon bemerkt werden, dass die Wägung der Kugel unter Zinn nur bis auf 0,1 gr ausgeführt wurde, da eine grössere Genauigkeit unter den obwaltenden Verhältnissen nicht erreichbar war, eine Genauigkeit, welche für die vorliegende Frage übrigens vollständig ausreicht.

Berechnet man mittels des angegebenen Werthes von a das Verhältniss des specifischen Gewichtes vom flüssigen zum festen Zinn $\frac{S}{s}$ nach der Formel

$$\frac{S}{s} = 1 + \frac{x}{p}\left(1 - \frac{1}{a}\right) \quad (3)$$

indem man für p und x die Werthe der oben angegebenen fünf Versuche einsetzt, so erhält man

Nr. des Versuchs	$\frac{S}{s}$
1	1,00220
2	1,00495
3	1,006967
4	1,00940
5	1,006969

Nach den früheren Darlegungen mussten die drei ersten Versuche zu kleine Werthe für $\frac{S}{s}$ liefern, weil bei ihnen das Zinnstück mit dem eingeschlossenen Kupfer in dem

flüssigen Metall schwimmt; bei den zwei letzten Versuchen ist das Umgekehrte der Fall. Bezeichnet man daher den wahren Werth von $\frac{S}{s}$ mit W, so ist der direkte Ausdruck der Versuche:

$$\left.\begin{array}{l} 1{,}00220 \\ 1{,}00495 \\ 1{,}006967 \end{array}\right\} < W$$

$$\left.\begin{array}{l} 1{,}006969 \\ 1{,}00940 \end{array}\right\} > W$$

Der grösste Werth der drei ersten und der kleinste Werth der zuletzt genannten Versuche liegen so nahe zusammen, wie wir sie bei andern Metallen nicht finden konnten, und wie es auch hier nur einem glücklichen Zufall zu verdanken ist. Man kann daher den Werth

1,00697 oder kürzer 1,0070

als den richtigen für $\frac{S}{s}$ betrachten. Hiernach ist also das specifische Gewicht des flüssigen Zinns um nahezu 0,7 Proc. grösser, als jenes des festen Metalls bei der gleichen Temperatur des Schmelzpunkts. Die angegebene Differenz von 0,7 Proc. ist eine Grösse, welche das früher von uns mitgetheilte Resultat, dass das flüssige Metall dichter, als das feste bei gleicher Temperatur ist, ausser allen Zweifel stellt.

Es erscheint uns aber nicht unwichtig, die Genauigkeit anzugeben, welche mittels der von uns befolgten Methode für das Verhältniss der specifischen Gewichte des flüssigen und festen Metalls erreicht wird. Aus den Werthen, welche die Grösse $\frac{S}{s}$ als Grenzen einschliessen, und welche sehr nahe bei einander liegen, könnte man vielleich den Schluss

ziehen, dass die Methode einen Werth für $\frac{S}{s}$ liefert, welches noch bis in die fünfte Decimale richtig ist. Eine nähere Betrachtung der Fehlerquellen lässt indess darthun, dass eine solche Genauigkeit nicht erreichbar ist.

Die gesuchte Grösse $\frac{S}{s}$ hängt von drei Grössen, dem Gewichte x des Kupfers, jenem p des Zinns und dem specifischen Gewichte a des Kupfers, bezogen auf flüssiges Zinn als Einheit, ab. Die Gewichtsbestimmung des Kupfers, welche aus dem Versuche mit grosser Genauigkeit vorzunehmen ist, unterliegt keinem Fehler, welcher auf das Resultat von Einfluss sein könnte. Anders verhält es sich bei der Bestimmung von p. Das Gewicht des Zinns wurde dadurch ermittelt, dass das feste Zinn aus dem schmelzenden Metalle herausgehoben und das Gewicht dieser Masse nachträglich bestimmt wurde. Bei dem Herausheben kann sich nun sehr leicht ein früher flüssiger Theil an das feste Metall ansetzen und während des Heraushebens so weit erkalten, dass er später mit dem festen Metall vollständig verbunden erscheint; es wird daher das von uns bestimmte Gewicht p nie zu klein, wohl aber zu gross sein können. Wie viel in jedem einzelnen Falle der Fehler beträgt, lässt sich nicht angeben, wohl aber können wir voraussetzen, dass ein Fehler von 10 gr nicht überschritten wurde. So bedeutend dieser Fehler in der Gewichtsbestimmung erscheint, so ist der Einfluss desselben auf das schliessliche Resultat doch nicht sehr gross. Nimmt man in dem Versuche Nr. 5 statt des beobachteten Gewichtes 433 gr für p den Werth von 423 an, so erhält man für $\frac{S}{s}$ anstatt 1,006969 jetzt den Werth 1,007134; der Fehler von 10 gr in p ändert also den Werth $\frac{S}{s}$ erst um 0,016 Proc.

Was endlich den Werth von a oder das specifische Gewicht des Kupfers, bezogen auf das flüssige Zinn bei der Temperatur des schmelzenden Zinns angeht, so liegen hier zwei Fehlerquellen vor, welche diesen Werth beeinflussen können. Zunächst wurde der Werth bei einer höheren Temperatur, als jener des schmelzenden Zinns bestimmt, nemlich bei etwa 250°. Es würde diese Bestimmung keinen Fehler involviren, wenn das feste Kupfer und das flüssige Zinn innerhalb des Temperaturintervalls von 226,5° bis 250° sich gleichmässig ausdehnten. Da man die Ausdehnung des flüssigen Zinns nicht kennt, so lässt sich der Fehler, welcher in der gemachten Voraussetzung liegt, nicht bestimmen, wohl aber lässt sich zeigen, dass derselbe jedenfalls einen sehr geringen Einfluss auf das Resultat ausübt. Nach den Ausdehnungscoefficienten, welche von Matthiesen für Zinn und Kupfer angegeben sind, beträgt der mittlere lineare Ausdehnungscoefficient von 0° bis 100° beim Zinn 0,00002296 und beim Kupfer 0,00001666. Berechnet man hiernach die Aenderung, welche das specifische Gewicht des Kupfers erfährt, wenn dieses auf Zinn von gleicher Temperatur als Einheit bezogen wird, so findet man, dass diese Aenderung für eine Temperaturerhöhung von 0° bis 100° nur 0,18 Proc. beträgt. Mag nun auch die Differenz des Ausdehnungscoefficienten von Kupfer und flüssigem Zinn grösser sein, als jene der festen Metalle, so wird die fragliche Aenderung für eine Temperatursteigerung von nur 25° doch kaum 0,2 Proc. überschreiten.

Die zweite Fehlerquelle in der Bestimmung von a liegt in der Ungenauigkeit, welche mit der Wägung der Kupferkugel in dem flüssigen Metall nothwendiger Weise verbunden ist. Nimmt man hier einen Fehler von 0,2 gr so an, dass a zu klein bestimmt sei, und nimmt man ferner aus den oben genannten Gründen noch einen Fehler von 0,2 Proc. hinzu, so würde man statt 1,236 den Werth 1,242 für a

erhalten und damit würde beim fünften Versuche der Werth von $\frac{S}{s}$ anstatt 1,006969 gleich 1,00715 werden.

Wie man sieht haben die angenommenen Fehler in a einen Einfluss von 0,018 Proc. auf das schliessliche Resultat des Werthes von $\frac{S}{s}$. Lässt man nun alle Fehler in dem gleichen Sinne wirken, so dass das Resultat von $\frac{S}{s}$ durch jeden einzelnen vergrössert wird, so erhält man bei dem fünften Versuche statt des Werthes 1,00697 den Werth 1,00731. Dieser Werth unterscheidet sich von dem gefundenen nur um 0,034 Proc. und daher geht man gewiss nicht zu weit, wenn man der Methode eine bis auf 0,03 Proc. reichende Genauigkeit zuschreibt. Dieses so äusserst günstige Resultat liegt darin, dass die Methode streng genommen nicht direkt den Werth $\frac{S}{s}$ bestimmt, sondern vielmehr die Differenz $\left(\frac{S}{s} - 1\right)$ und diese Differenz wird nur bis auf etwa 4 Proc. genau angegeben. Jedenfalls würde eine getrennte Bestimmung der specifischen Gewichte des festen und flüssigen Metalls uns nicht erlaubt haben, so genau die gesuchte Grösse festzustellen, da dann bei jeder Bestimmung eine Genauigkeit von 0,017 Proc. erforderlich gewesen wäre.

Betrachtet man nun die Grösse $\frac{S}{s}$ 1,0070 selbst, so wird man am besten darüber orientirt, wenn man eine Vergleichung mit andern Grössen anstellt. Bezeichnet man das specifische Gewicht des festen Zinns bei 100° mit s_{100}, bei 0° mit s_0, so ist nach den Versuchen von Matthiesen $\frac{s_0}{s_{100}} = 1{,}00689$. Es ist hiernach also die Differenz zwischen den Dichten des festen und flüssigen Zustandes bei der

Temperatur des schmelzenden Metalls fast ebenso gross, als jene bei den Temperaturen 0° und 100° für das gleiche Metall. So ist es wahrscheinlich, dass das flüssige Metall auch in höhern Temperaturen eine grössere Dichtigkeit als das feste Metall besitzt. Eine Prüfung dieser Folgerung suchten wir dadurch zu erreichen, das das Metallbad bis etwa 260° erwärmt wurde und dann ein bereits hoch erwärmtes Stück festen Metalls in dasselbe eingesenkt wurde. Es wurde dieses Metallstück, unserer Erwartung entsprechend, von der flüssigen Masse getragen, wenn auch ein rasches Abschmelzen und dadurch Aufgehen in die flüssige Masse eintrat.

§ 4.

Blei. Literatur.

Réaumur's Experimente mit Blei sind bereits § 2 erwähnt: sie führten ihn zu dem Resultate, dass festes Blei schwerer sei, als flüssiges. Marx[1]), der drei Arbeiten über einschlägige Untersuchungen publicirte, bestätigt Réaumur's Befund, indem er betont, dass nur flache Stücke mit der breiten Seite aufgelegt sich schwimmend erhielten, während sie mit der scharfen Kante hineingestossen, untersanken. Nach Whitley[2]) verhält sich Blei wie Messing, d. h. Stücke schwimmen nicht nur auf dem flüssigen Material, sondern steigen auch hinuntergestossen an die Oberfläche zurück, während es Millar[3]) zwar gelang, aufgerollte Plättchen schwimmend zu erhalten, nicht aber grössere sphäroidische Stücke.

---

1) Marx. Schmeigger-Seidel Jahrbuch der Chem. u. Phys. B. 58. p. 454. (1830). Ebenso 60 B. p. 1. (1830). Journal für prakt. Chem. B. 22. p. 135. (1841).

2) Whitley. Nature B. 18. p. 398. (1878).

3) Millar. Nature B. 16. p. 24. (1877).

§ 5.

Blei. Experimente.

Wir haben das Metall in demselben Gefässe von Kupfer, welches früher schon das Zinn aufgenommen hatte, in einer Masse von 10 Kilo geschmolzen und zunächst den „Fundamentalversuch" auszuführen gesucht. Die Experimente mit Blei sind gegenüber jenen mit Zinn schwieriger, weil das Blei einer höhern Temperatur zur Schmelzung bedarf, dann aber auch, weil dasselbe nur etwa halb so gut wie Zinn die Wärme leitet, und es daher einerseits weniger leicht zu erreichen ist, die ganze Masse auf gleicher Temperatur zu halten, andererseits längerer Zeit bedarf, um das in die flüssige Masse eingeführte Metall auf die Temperatur des Schmelzpunktes zu erhöhen. Wurden gegossene Bleistücke, welche aus der Masse des Bades genommen wurden, in das flüssige Metall eingetaucht, so kamen nach einigen Sekunden kleine Theilchen an die ruhig gehaltene Oberfläche, wie sich daraus ergab, dass die an der Oberfläche sich bildende Haut von oxydirtem Blei durch diese Theilchen gehoben wurde, ohne dass letztere aber die Oberfläche durchbrachen. Es ist uns aber nicht gelungen, feste Theilchen aus dem flüssigen Metall wieder herauszuheben, von denen wir mit Sicherheit hätten behaupten können, dass sie zu dem ursprünglich eingetauchten festen Metall gehörten. In Folge dieses Mangels wurden wir unsicher, ob der von uns beobachtete Auftrieb wirklich von Theilchen festen Bleies herrührte, und gaben dem Gedanken Raum, dass die Erscheinung durch aufsteigende Luft veranlasst wurde, welche, an der Oberfläche des Metalls haftend, in das Bad durch das Eintauchen des letztern eingeführt sei. Um hierüber nähern Aufschluss zu erhalten, haben wir längere Stangen von Blei gegossen und diese in das flüssige Metall so eingeführt, dass das eine Ende der Stange nach oben aus dem Bade heraus-

sah. Auf diese Weise schmolz das feste Blei der Stange allmählich ab, und es war nicht möglich, dass festes Blei in dem Bade sich bewegt. Wäre nun aufsteigende Luft die Ursache der frühern Erscheinung gewesen, so hätte sich diese auch bei der jetzigen Einrichtung wiederholen müssen, es geschah dies aber niemals, obgleich wir sehr häufig den Versuch wiederholten. Ebenso oft haben wir aber Bleistücke vollständig eingetaucht und dann jedes Mal den oben beschriebenen Auftrieb beobachtet. Wir sind daher der Meinung, dass der mehrfach erwähnte Auftrieb in der That von festen Bleitheilchen herrührt, und dass desshalb, wenn auch ein vollkommen sicherer Beweis nicht zu liefern war, das feste Blei bei der Schmelztemperatur specifisch leichter als das flüssige Blei ist.

Dass wir nicht im Stande waren, feste Bleistückchen, welche nach dem Untertauchen an die Oberfläche zurückgekehrt waren, aus dem flüssigen Metall herauszuheben, scheint uns in mehreren Umständen begründet zu sein. Zunächst ist offenbar die sehr geringe Differenz der Dichten im festen und flüssigen Zustande die Hauptursache. Ferner hat das Blei ein geringes Vermögen für die Wärmeleitung, wodurch es bedingt wird, dass im Innern einer festen Bleimasse noch eine relative niedere Temperatur vorhanden ist, während die äussern Schichten schon der Schmelzung unterliegen. Hierzu kommt, dass die Schmelzwärme von Blei viel geringer ist, als bei den andern von uns untersuchten Metallen: nach Person ist die Schmelzwärme von

Zink	28,13
Zinn	14,25
Wismuth . . .	12,64
Blei	5,37

In Folge dieser geringen Schmelzwärme werden feste Stücke von Blei in dem Bade sehr schnell in den flüssigen Zustand übergeführt. Auch den von Millar (§ 4) bei seinen

Experimenten gefundenen Unterschied im Verhalten der Blättchen und dem der Kugeln sind wir geneigt auf die schlechte Wärmeleitung des Bleis zurückzuführen.

Schliesslich müssen wir noch bemerken, dass es sehr leicht gelingt, Bleistücke gewisser Art zum Schwimmen zu bringen, so dass sie auch nach dem Untertauchen wieder emporsteigen und aus der flüssigen Masse herausgehoben werden können. Giesst man nemlich Bleistücke von einer Masse, welche theilweise die frühere Oberfläche des flüssigen Bleis bildete, wodurch oxydirte Bleitheilchen mit in das Gussstück eingeführt werden, so erhält man ein Gussstück, welches specifisch leichter als das flüssige Metall nach dem Untertauchen sehr bald mit seiner fast ganzen Grösse wieder an der Oberfläche erscheint. Bei reinen Bleistücken, seien es Platten oder Kugeln, verhielt sich die Sache anders, so dass es uns, wie erwähnt, nicht möglich war, feste Stücke, welche an die Oberfläche kamen, aus der flüssigen Masse herauszuheben. Wesshalb wir dennoch aus unsern Versuchen den Schluss ziehen zu müssen glauben, dass das feste Metall specifisch leichter als flüssiges bei gleicher Temperatur ist, ist oben erörtert.

§ 6.

Zink. Literatur.

Réaumur (§ 2) fand, dass Zink mit flüssigem Zink übergossen aufsteigt und schwimmt, eine Methode des Nachweises der Ausdehnung bei der Erstarrung, die er selbst als die zuverlässigste unter den von ihm angewandten bezeichnet. Dennoch rechnet er Zink nicht zu den Körpern, die weniger dicht im festen als im flüssigen Zustande sind, weil dasselbe ihm beim Erkalten keine convexe Oberfläche lieferte; das Aufsteigen führt er auf die Hautbildung, d. h. oberflächliche Oxydation zurück. Auch nach Marx (§ 4)

zieht sich Zink beim Erkalten zusammen; es bilden sich Furchen, und Glasröhren mit dem flüssigen Metall gefüllt, springen quer, eine Erscheinung, die im Sinne der Zusammenziehung gedeutet wird, während Ausdehnung nach ihm Längssprengung erzeugt. Marx vertheidigt diese Beobachtung in seiner spätern Arbeit gegen Angaben Turner's (uns nur aus Marx Aufsatz bekannt), der dem Zink Ausdehnung beim Erkalten zuschreibt. Centner [1]) unterwarf Zink Experimenten, die ganz in Uebereinstimmung mit seinen Untersuchungen, Eisen betreffend, angeordnet waren. Er formte gleich schwere Massen (3,5 kgr) zu Platten, Cylindern und Kugeln und fand, dass nur erstere schwimmen. Ueber seine Ausdeutung dieser Resultate, sowie über unsere Bedenken gegen dieselbe, vgl. unter Eisen. (§ 13).

§ 7.

Zink. Experimente.

Unser Versuche mit Zink wurden ebenfalls in dem kupfernen Cylinder, der schon beim Zinn und Blei gedient hatte, ausgeführt, und zwar waren etwa 6 Kilo eingeschmolzen. Da das Zink eine sehr starke Oxydschicht bei der Erhitzung erhält, war es nothwendig, die oxydirten Massen an der Oberfläche häufig zu entfernen und durch neues Metall zu ersetzen. Das Resultat der folgenden Untersuchung war, dass das Zink mit dem bereits untersuchten Zinn die Eigenschaft theilt, dass das flüssige Metall specifisch schwerer als das feste Metall ist. Indessen ist die fragliche Differenz viel kleiner als beim Zinn, und hierin ist es theilweise begründet, wesshalb die Versuche nicht sofort eine sichere und deutliche Entscheidung geben. Die zweite Ursache liegt aber auch darin, dass das Metall sehr brüchig wird, wenn es bis in die Nähe des

1) Centner. Civilingenieur B. 9. p. 219. (1863).

Schmelzpunktes erwärmt wird. Bringt man grössere Stücke festen Metalls in die flüssige Masse und dauert es längere Zeit bis diese Stücke sich auch im Innern bis nahe der hohen Temperatur (360°) des Schmelzpunktes erwärmt haben, so ist die äussere Hülle der Stücke nur mehr sehr wenig zusammenhängend und es kommt häufig vor, dass dieselben in sehr kleine Theile auseinander bröckeln, wodurch der Versuch undeutlich wird. Da, wie erwähnt, die Differenz der Dichte des festen und flüssigen Zinks nur gering ist, so ist auch der Auftrieb des festen Metalls in der flüssigen Masse nur schwach. In Folge dessen können kleine Stücke, welche nur mit einer geringen Kraft von unten an die Oberfläche heransteigen, häufig die sich immerwährend bildende Oxydschicht nicht durchbrechen und verursachen nur eine geringe Wölbung derselben, eine Erscheinung, die nicht so deutlich zu erkennen ist, als die analoge beim Zinn.

Um den „Fundamentalversuch" am sichersten zu erhalten, haben wir Zinkplatten von möglichst glatter Oberfläche gegossen, die 2 bis 3 mm dick waren und verschiedene Grösse hatten. Wurden diese Platten auf die reine Oberfläche des flüssigen Metalls gelegt und dann nach kurzer Zeit untergetaucht, so kamen sie regelmässig wieder zum Vorschein; auch konnte man mit derselben Platte den Versuch mehrmals wiederholen, indem man dieselbe in dem flüssigen Metall liess und von Neuem untersuchte: sie kehrte dann wieder an die Oberfläche zurück. Hierdurch ist der Beweis geliefert, dass das flüssige Metall bei der Schmelztemperatur specifisch schwerer, als das feste Metall bei derselben Temperatur ist.

Wir versuchten dann ebenso wie beim Zinn das Verhältniss der Dichten des flüssigen und festen Metalls dadurch zu bestimmen, dass wir Kupfer in die Zinkmasse einschlossen und nun bestimmten, ob die so specifisch schwerere Combination in dem flüssigen Zink untersank

oder nicht. Es stellte sich bei diesen Versuchen eine Schwierigkeit ein, welche beim Zinn nicht aufgetreten war. Giesst man nemlich auf eine Platte mit Randerhöhungen flüssiges Zink und legt auf dasselbe ein Kupferstück, so erkaltet das Zink sehr schnell und es ist nicht möglich durch einen zweiten Guss über die Kupfermasse eine feste Verbindung der beiden Zinkmassen herzustellen; gleichzeitig liegt die Möglichkeit und die Gefahr nahe, dass sich Hohlräume bei den Berührungsstellen von Kupfer und Zink bilden, wodurch der Versuch illusorisch wird. Nach vergeblichem Bemühen, diesem Uebelstande zu entgehen, versuchten wir folgende Einrichtung. Ein Kupferstück wurde an einem feinen Kupferdraht in das flüssige Zink eingeführt und die Temperatur des Bades erniedrigt; es legt sich dann eine starre Masse des Metalls um das feste Kupfer, welche man herausheben und später untersuchen konnte. Es hat diese Methode aber den Nachtheil, dass die Oberfläche des festen Zinkes sehr rauh wird, wodurch beim spätern Eintauchen durch Anhaften von Luft eine neue Fehlerquelle möglich ist. Schliesslich haben wir in folgender Weise das gewünschte Ziel erreicht. Auf einer schwach erwärmten Eisenplatte wurde das flüssige Zink in Form einer Platte gegossen, in diese noch flüssige Masse wurde das vorher hoch erwärmte Kupfer, welches die Form von runden Plättchen, die etwa 1 mm dick waren, hatte, eingedrückt und wenn nöthig, noch eine dünne flüssige Zinkmasse darüber gegossen. Nach der ganzen Operation war der grösste Theil des Zinks noch flüssig und bildete das Gussstück nach dem Erkalten eine glatte und das Kupfer vollkommen und ohne Zwischenräume einschliessende Masse.

Wir theilen jetzt zunächst diejenigen Versuche mit, welche, nach der angegebenen Methode angestellt, die Grenzen für das Verhältniss $\frac{S}{s}$ ergaben.

Nummer des Versuchs	Gewicht des Zinks in gr p	Gewicht des in dem Zink eingeschlossenen Kupfers x	Beobachtung, ob das Zink mit Kupfer in dem flüssigen Metall schwimmt oder nicht
1	287,5	1,845	schwimmt
2	241,0	1,72	"
3	233,0	1,72	"
4	33,1	1,72	schwimmt nicht
5	292,0	2,93	" "
6	280,0	2,89	" "

Um aus diesen Angaben die Grenzen für $\frac{S}{s}$ — das Verhältniss der Dichte des flüssigen Metalls zum festen — zu erhalten, haben wir ebenso wie beim Zinn auch beim vorliegenden Metall die Grösse a oder das specifische Gewicht des Kupfers, bezogen auf das flüssige Zink, in der Nähe Schmelztemperatur als Einheit, bestimmt.

Bei dem ersten Versuche wog in der Luft die Kupferkugel mit Draht, so weit derselbe später eingetaucht wurde, 72,603 gr. Der Gewichtsverlust im flüssigen Zink 55,529 gr [1]). Daher die gesuchte Grösse

$$a = \frac{72,603}{55,529} = 1,3075$$

Beim zweiten Versuche war das Gewicht der Kugel mit Draht, soweit derselbe später eintauchte, 72,687 gr, der Gewichtsverlust im flüssigen Zink 55,762 gr; daher

1) Auch hier konnte der Gewichtsverlust nur bis auf 0,1 gr bestimmt werden; die weitern Decimalen der obigen Zahl rühren davon her, dass der nicht eingetauchte Theil des Drahtes mit seinem Gewichte berücksichtigt wurde. 1 cm des Drahtes wog 0,014 gr.

$$a = \frac{72,687}{55,762} = 1,3035$$

also im Mittel a = 1,3055.

Mit diesem Mittelwerthe von a erhält man nach der Formel 3 (§ 3) aus den obigen Versuchen folgende Werthe:

Nr. des Versuches	$\frac{S}{s}$
1	1,00150
2	1,00167
3	1,00180
4	1,01220
5	1,00235
6	1,00241

Da die drei ersten Versuche zu kleine Werthe für $\frac{S}{s}$ liefern, die drei letzten Versuche aber zu grosse, so ist der wahre Werth von $\frac{S}{s}$ eingeschlossen in den Grenzen

$$1,00080 < \frac{S}{s} < 1,00235.$$

Wie man sieht, liegen diese beiden Grenzwerthe nicht nahe zusammen. Wir haben uns lange vergeblich bemüht Werthe zu erhalten, welche die Grösse $\frac{S}{s}$ in engere Grenzen einschliessen, und es ist vielleicht nicht überflüssig, die Gründe mitzutheilen, welche uns verhinderten, dieses Ziel zu erreichen. Taucht man ein Gussstück von Zink, in welches Kupfer eingeschmolzen ist, in das flüssige Matall ein, so bildet sich zunächst eine Umhüllung von starrem sehr brüchigem Zink um das eingetauchte Stück. Diese Umhüllung schmilzt nun allmählig ab, und es kommt zur Erreichung nahe zusammenliegender Grenzen darauf an, das Stück unmittelbar nach dem Aufsteigen oder nach dem

Untersinken aus dem flüssigen Zink herauszuheben. Es ist uns nie gelungen, Stücke, welche mit eingeschlossenem Kupfer sich schwimmend erhielten und welche wir absichtlich so weit abschmelzen liessen, dass sie specifisch schwerer wurden und daher untertauchten, wieder unverletzt hervorzuholen. Hierdurch wird zwar unzweifelhaft ein oberer Grenzwerth gewonnen, derselbe entfernt sich aber weiter von dem wahren Werthe als das Experiment ergeben würde, wenn es gelänge, das Stück unverletzt dem Bade zu entnehmen. So ist der Versuch Nr. 4 aufzufassen, welcher aussagt, dass

$$\frac{S}{s} < 1{,}01220$$

während die folgenden Versuch 5 und 6 zeigen, dass

$$\frac{S}{s} < 1{,}00241.$$

Nachdem wir gesehen hatten, dass nach Art des Versuchs Nr. 4 sich die obere Grenze nicht nahe bei dem wahren Werthe bestimmen liess, führten wir die Versuche 5 und 6 so aus, dass wir von vornherein darauf verzichteten ein Stück herzustellen, welches specifisch leichter, als das flüssige Metall war, dass wir vielmehr Stücke in das flüssige Bad brachten, von denen wir annehmen durften, dass sie specifisch schwerer seien. Nachdem wir uns hiervon durch den Nachweis des Untersinkens überzeugt hatten, wurden dieselben, ehe sie ihrer ganzen Masse nach zu brüchig geworden waren, wieder aus dem Bade herausgehoben.

Da es uns nicht gelang durch diese Versuche die Grenze kleiner als 1,00235 zu erhalten, andrerseits aber die frühern Versuche mit Sicherheit ergaben, dass der wahre Werth $\frac{S}{s} > 1{,}00180$ ist, so könnte man glauben, dass der wahre

Werth bei dieser letztern Grenze näher, als bei der erstern läge. Indessen ist dabei zu bemerken, dass es für die Versuche 5 und 6, bei denen die Stücke bald nach dem Untertauchen herausgehoben wurden, zweifelhaft ist, ob das feste Zink seiner ganzen Ausdehnung nach die Temperatur des schmelzenden Metalls hatte, ja dass dies sogar unwahrscheinlich ist, weil in diesem Falle die Stücke wohl zu brüchig gewesen wären, um unversehrt herausgehoben werden zu können. Die gleiche Bemerkung lässt sich auch für die Versuche 1 bis 3 machen, so dass auch hier die Temperaturgleichheit wohl noch nicht vollständig vorhanden war. Der Einfluss einer Temperaturdifferenz äussert sich aber auf die Grenzbestimmungen in verschiedener Weise. Nimmt man an, dass das Metall sich mit wachsender Temperatur ausdehnt, so lange es starr ist, so bleibt die nach unserer Methode bestimmte untere Grenze bestehen, auch wenn das schwimmende Zink nicht die Temperatur des schmelzenden Metalls besitzt; die obere Grenze wird hingegen unter derselben Annahme vergrössert. Aus dem Gesagten geht hervor, dass die Bestimmung $\frac{S}{s} > 1{,}00180$ sicher ist, dass dagegen die Versuche die obere Grenze $\frac{S}{s} < 1{,}00235$ nicht mit dieser Sicherheit darstellen. Wir glauben indessen, dass man nicht weit von der Wahrheit abweicht, wenn man $\frac{S}{s} = 1{,}002$ setzt; hiernach würde also das specifische Gewicht des flüssigen Zinks um 0,2 Proc. grösser sein, als dasjenige des festen Metalls bei gleicher Temperatur. Da nach Mathiesen das Volumen des Zinks von 0^0 bis 100^0 um 0,8925 Proc. wächst, so beträgt die Volumverminderung beim Schmelzen etwa den fünften Theil der Volumvermehrung von 0^0 bis 100^0.

§ 8.

Wismuth. Literatur.

Die Thatsache, dass sich Wismuth beim Erstarren ausdehnt, ist allgemein bekannt und wird von fast keiner Seite bestritten. Schon Réaumur (§ 2) rechnet es zu den Körpern, welche durch Ausdehnung beim Festwerden ausgezeichnet sind. Marx (§ 4) suchte den Werth der Volumzunahme zu finden und zwar, da direkte Bestimmungen des specifischen Gewichts in Olivenöl missglückten, durch Wägen der warzenförmigen Ausquellungen, die sich auf der rasch erstarrenden Oberfläche durch Herauspressen des noch flüssigen Innern bilden. Er fand $^1/_{53}$ (nicht ganz 2 Proc.) des Gesammtgewichts „eher zu wenig, als zu viel". Nur Karmarsch in einer uns bloss im Auszuge zugänglichen Arbeit[1]) behauptet, Wismuth zeige bei der Erhärtung weder Ausdehnung noch Zusammenziehung. Die Methode, deren er sich bediente, bestand in der Herstellung quadratischer Gussstäbe, deren Zusammenziehung gemessen und mit der nach dem Ausdehnungscoefficienten berechneten verglichen wurde. R. Mallet[2]) bezeichnet Wismuth und Eis als die einzigen Körper, welche sich beim Erhärten ausdehnen.

§ 9.

Wismuth. Experimente.

Unsere Versuche mit diesem Metall wurden in einem eisernen cylindrischen Gefäss von 10 cm Höhe und 5 cm Durchmesser mit 1 Kilo Material ausgeführt. Das Metall oxydirt ebenfalls an der Oberfläche; es war aber nicht schwierig, dieselbe durch einen Glasstab rein zu erhalten.

1) Karmarsch. Jahrbuch des polytechn. Instituts in Wien. B. 19. p. 94. Auszug bei Marx (§ 4).

2) Mallet. Philos. Mag. IV. ser. B. 49. p. 231. (1875).

Nachdem der „Fundamentalversuch", der bei der grossen Differenz der Dichten sehr leicht gelingt, durchgeführt war, kam es uns darauf an, quantitativ die Differenz zu bestimmen. Da das Kupfer specifisch leichter als Wismuth ist, war dieses Metall als Beschwerungs-Material nicht zu verwerthen. Unter den übrigen specifisch schwereren Metallen konnten nur Platin und Gold in Betracht kommen, da das Silber, welches zwar ebenfalls dichter als das Wismuth ist, eine zu geringe Differenz gegenüber dem letztern zeigt; wir kommen später auf diesen Punkt noch zurück und bemerken hier nur, dass wir Platin zu den Versuchen anwandten. Ehe wir diese selbst mittheilen, wollen wir zunächst die Beobachtungen anführen, welche die Grösse a oder das specifische Gewicht des Platins bezogen auf flüssiges Wismuth in der Nähe der Schmelztemperatur als Einheit bestimmen.

Um den Gewichtsverlust, den das Platin im flüssigen Wismuth erfährt, mit einiger Genauigkeit zu erhalten, ist es unumgänglich, nicht zu kleine Platinstücke anzuwenden. Wir benutzten ein Stück natürlichen Platins aus der hiesigen mineralogischen Sammlung. Dasselbe hatte ein Gewicht von 25,665 gr und zeigte bei 13° das specifische Gewicht von 15,03 bezogen auf Wasser gleicher Temperatur als Einheit. Dieser geringe Werth des specifischen Gewichts beweist, dass das Stück eine nicht unbeträchtliche Menge fremder Metalle, besonders Eisen enthält; für die folgenden Versuche ist dies indessen ohne Belang. Das Platinstück wurde an einem feinen Platindraht, von dem der Centimeter 0,006 gr wog, befestigt und der Gewichtsverlust im flüssigen Wismuth bestimmt.

Das Platin mit Draht, soweit derselbe später eingetaucht wurde, wog in der Luft 25,713 gr.

Der Gewichtsverlust im flüssigen Wismuth betrug 18,510 gr[1]), daher ist die gesuchte Grösse:

$$a = \frac{25,713}{18,510} = 1,389$$

Bei den folgenden Versuchen wurde ein anderes Stück natürlichen Platins benutzt, dessen Gewicht 4,740 gr war. Die Resultate sind folgende:

Nummer des Versuches	Gewicht des Wismuth in in gr p	Gewicht des in dem Wismuth eingeschlossenen Platins x	Beobachtung, ob das Wismuth mit Platin in dem flüssigen Wismuth schwimmt oder nicht
1	47,45	4,74	schwimmt
2	42,40	4,74	"
3	35,40	4,74	"
4	21,76	4,74	schwimmt nicht
5	22,06	4,74	" "

Aus diesen Versuchen ist der Werth $\frac{S}{s}$ nach der Formel 3 (§ 3)

$$\frac{S}{s} = 1 + \frac{x}{p}\left(1 - \frac{1}{a}\right)$$

zu berechnen.

Nur ist hierbei zu bemerken, dass das Platinstück von 4,74 gr eine andere Dichte besitzt, als jenes vorhin genannte Stück von 25,665 gr, welches dazu gedient hatte, die Grösse a zu bestimmen. Da nun die obige Formel die Kenntniss der Dichte des benutzten Platins, bezogen auf das flüssige Wismuth als Einheit, verlangt, so ist der früher für ein anderes Platinstück bestimmte Werth dieser Dichte

1) Vgl. die Anmerkung in § 7.

nicht direkt zu verwenden. Man wird aber von der Wahrheit sich nicht weit entfernen, wenn man annimmt, dass die Dichten beider Platinstücke mit wachsender Temperatur sich gleichmässig ändern. Die Dichte des Platinstücks von 4,74 gr war bei 13° bezogen auf Wasser von gleicher Temperatur 14,08, während, wie früher gesagt, das grössere Stück unter denselben Umständen den Werth 15,03 ergeben hatte. Wir führen desshalb für die Grösse a den Werth

$$a_1 = 1{,}389 \cdot \frac{14{,}08}{15{,}03} = 1{,}301$$

ein und erhalten dann für $\frac{S}{s}$ folgende Werthe:

Nr. des Versuches	$\frac{S}{s}$
1	1,0231
2	1,0259
3	1,0310
4	1,0504
5	1,0497.

Da die drei ersten Versuche kleine Werthe für $\frac{S}{s}$ liefern, die zwei letzten aber zu grosse, so ist der wahre Werth von $\frac{S}{s}$ eingeschlossen in den Grenzen,

$$1{,}0310 < \frac{S}{s} < 1{,}0497.$$

Aus dieser Bestimmung geht hervor, dass das flüssige Wismuth um mehr als 3 Proc. leichter ist, als das feste Metall bei der Temperatur des Schmelzpunktes.

Eine engere Bestimmung der oben angegebenen Grenzen haben wir nicht erreicht, wir zweifeln aber nicht daran, dass bei Anwendung grösserer Metallmassen, bei welcher

alle Manipulationen viel leichter ausführbar sind, sich noch engere Grenzen werden erzielen lassen.

Das von uns benutzte Wismuth hatte bei 13° ein specifisches Gewicht von 10,20 bezogen auf Wasser dieser Temperatur als Einheit. Erwägt man, dass das flüssige Wismuth um mehr als 3 Proc. dichter, als das feste Metall ist, und dass das specifische Gewicht des Silbers gleich 10,77 angegeben wird, so liegt die Vermuthung nahe, dass auch das Silber in dem flüssigen Wismuth schwimmt. Die von uns ausgeführten Versuche bestätigen diese Vermuthung vollständig, indem Silberplatten, welche eingetaucht wurden, regelmässig wieder zur Oberfläche stiegen und sich dort schwimmend erhielten.

§ 10.

Cadmium. Experimente[1]).

Wir schmolzen das Metall in einem eisernen cylindrischen Gefässe von 10 cm Höhe und 5 cm Durchmesser in einer Masse von 1 Kilo. Da die Angaben über den Schmelzpunkt des Metalls nicht unbeträchtlich variiren[2]), haben wir den Schmelzpunkt des von uns untersuchten Cadmiums bestimmt. Eine Kugel von Kupfer im Gewichte von 71 gr wurde an einem feinen Draht in der flüssigen Masse des Cadmiums gehalten und dann nach der Erwärmung in einem Calorimeter abgekühlt. Da das Calorimeter etwa 50 gr Wasser enthielt, so trat eine sehr beträchtliche Temperaturerhöhung etwa um 35° ein und liess sich aus derselben mit genügender Genauigkeit die Schmelztemperatur des Cadmiums bestimmen. Indem wir für die specifische Wärme des Kupfers

1) Notizen über das Verhalten des Cadmiums in Bezug auf Dichtigkeitsänderungen im Momente der Erhärtung sind uns aus der Literatur nicht bekannt.

2) Dieselben schwanken zwischen 300° und 500°.

den constanten Werth 0,094 und für die specifische Wärme des Cadmiums den Werth 0,057 einführten, fanden wir für die Schmelztemperatur aus zwei Versuchen die Werthe 326° und 307°. Auf die Differenz dieser Zahlen kommen wir sogleich zurück und bemerken zunächst, dass die specifische Wärme des festen Cadmiums desshalb in die Rechnung einging, weil sich um die Kupferkugel beim Herausheben aus dem Bade immer etwas festes Cadmium (2 bis 3 gr, wie durch eine folgende Wägung genau bestimmt werden konnte,) herumlegte. Der Uebergang des Cadmiums aus dem festen in den flüssigen Zustand ist ein anderer, als gewöhnlich. Das Cadmium wird zuerst breiartig, so dass ein Glasstab, welcher in die Masse hineingesteckt wird, darin aufrecht festgehalten wurde. Bei weiterem Erwärmen wird der Brei dünnflüssiger, so dass sich schliesslich die flüssige Masse nicht von einem andern geschmolzenen Metall unterscheidet. Bei dem ersten Versuche, welcher zur Bestimmung der Schmelztemperatur dienen sollte, war das Cadmium über die Schmelztemperatur hinaus erwärmt, während bei dem zweiten Versuche dasselbe gerade den flüssigen Zustand angenommen hatte. Jedenfalls ist durch die Versuche constatirt, dass die Schmelztemperatur des Cadmiums nicht weit über 300° C. liegt und etwa bei 310° bis 320° angegeben werden kann. Der Zustand, den das Cadmium in der Nähe der Schmelztemperatur zeigt, erinnert am meisten an die analoge Erscheinung beim Rose'schen Metallgemisch, welche von Kopp besonders erwähnt wird und welche auch von uns beobachtet wurde. Wir kamen daher auf den Gedanken, dass das von uns benützte Cadmium nicht rein sei und dass diese Unreinheit den dickflüssigen Zustand bedinge. Diese Vermuthung wurde indess durch eine chemische Analyse, welche Herr Dr. Kreuzhage auszuführen die Güte hatte, nicht bestätigt, vielmehr die Reinheit des Metalls constatirt.

Ferner haben wir auch das specifische Gewicht des Cadmiums untersucht und für dasselbe 8,539 bei der Temperatur 11,6° erhalten bezogen auf Wasser von gleicher Temperatur als Einheit. Dieser Werth stimmt mit dem von andern Beobachtern erhaltenen gut überein.

Da der Uebergang des festen Cadmiums in dem flüssigen Zustand nach dem obigen ein allmähliger, so liess sich vermuthen, dass die Versuche über die Differenz der specifischen Gewichte nur dann einen höhern und leicht wahrnehmbaren Aufschluss geben würde, wenn die fragliche Differenz nicht sehr klein ist. Legt man festes Cadmium auf die erweichte Masse, ehe sie vollständig dünnflüssig geworden ist, so lässt sich gar nicht entscheiden, was von beiden specifisch leichter ist. Die Theilchen sind gegeneinander so schwer beweglich, dass das feste Stück an jeder Stelle, wohin man es bringt, verharrt. Stellt man dann durch weitere Erwärmung den dünnflüssigen Zustand her und bringt man wieder festes Metall auf die Oberfläche, so beginnt bald das Abschmelzen, welches sich schnell vollendet. Taucht man das feste Cadmium unter, so wiederholt sich die Erscheinung, welche beim Blei ausführlich beschrieben wurde: es zeigt sich ein deutlicher Auftrieb, welcher die dünne Oxydschicht emporhebt, ohne dass es gelingt, ein Stück festen Cadmiums aus der flüssigen Masse nach erfolgtem Auftrieb herauszuheben. Ebenso wie beim Blei kann man durch Eintauchen längerer Cadmiumstäbe, welche an dem einen Ende aus der flüssigen Masse heraussahen, zeigen, dass der fragliche Auftrieb nicht von aufsteigenden Luftblasen herrührt, da derselbe bei den Versuchen mit Stäben, welche von unten nach oben abschmelzen, niemals zum Vorschein kommt. Wir glauben daher aus diesen Versuchen schliessen zu dürfen, dass das Cadmium im festen Zustande specifisch leichter, als im flüssigen ist, dass aber die Differenz der Dichten eine sehr geringe ist.

Endlich müssen wir auch hier noch bemerken, dass wir vorsichtig vermieden haben, Cadmiumstücke, deren Dichte zu untersuchen war, theilweise aus der Oberfläche des flüssigen Cadmiums herzustellen. Sobald nur geringe Theilchen von Cadmiumoxyd an dem festen Cadmium haften, steigt letzteres nach dem Untertauchen so schnell an die Oberfläche, dass es mit Leichtigkeit herausgehoben werden kann.

§ 11.

Antimon. Literatur.

Unter Antimon sind die Experimente Réaumurs (§ 2) zu verzeichnen; nach ihnen scheint Antimon auf Antimon zu schwimmen. Den Umstand, dass sich nach dem Erkalten eine deutliche Convexität der Oberfläche nicht beobachten lässt, führt Réaumur auf die Beschaffenheit der Oberfläche des erkalteten Antimons überhaupt zurück. Endlich scheint Antimon, mit flüssigem Materiale dieser Substanz übergossen, aufzusteigen, erreicht aber die Oberfläche nicht, weil es noch vorher abschmilzt. Nach Marx (§ 4) ist nachweisbar, dass bei der Erhärtung keine Ausdehnung stattfindet.

§ 12.

Antimon. Experimente.

Das Antimon widerstand zunächst unsern Versuchen, dasselbe in einem eisernen cylindrischen Gefässe mittels Gasflammen zum Schmelzen zu bringen, in der hartnäckigsten Weise. Ein Versuch, die Schmelzung in einem Kohlenfeuer zu erzielen, war zwar von Erfolg begleitet, indessen konnten die Beobachtungen nicht genügend ausgeführt werden, besonders weil die starke strahlende Wärme der glühenden Kohlen eine längere Beobachtung unmöglich machte. Es gelang uns endlich das Metall in einen hessischen Tiegel durch Heizung mit drei starken Gasflammen und unter An-

wendung von Schornsteinen in einer Masse von etwa 1 Kilo zu schmelzen. Bekanntlich entwickelt das Antimon schon vor dem Schmelzen sehr starke Dämpfe von Antimonoxyd; diese bedecken als condensirte weisswollige Schicht nach dem Schmelzen die Oberfläche des Metalls. In Folge dessen konnten wir nicht in der gewöhnlichen Weise mittels eines Löffels reines flüssiges Antimon aus der flüssigen Masse herausheben, um Gussstücke herzustellen; auch kühlte sich, ehe die Masse aus dem Löffel gegossen war, dieselbe soweit ab, dass ein ordentlicher Guss nicht zu erzielen war. Wir versuchten daher, die Gussstücke so herzustellen, dass wir den ganzen Tiegel vom Feuer abhoben, und direkt aus demselben einen Theil des flüssigen Metalls auf eine Eisenplatte ausgossen. Da die so erhaltenen Stücke aber keine reine Oberfläche darboten, haben wir uns schliesslich einer Kugelform bedient, in welche wir in der oben erwähnten Art das flüssige Metall einfüllten. So gelang es, vollständig reine Oberflächen herzustellen. Bringt man solche Kugeln in das flüssige Metall, dessen Oberfläche unmittelbar vorher gereinigt worden ist, so sinken dieselben nach dem Untertauchen zunächst unter, kommen dann aber bald an die Oberfläche zurück und steigen jedes Mal nach dem Untertauchen sofort wieder in die Höhe. Hält man mittels eines Glasstabes die Kugeln einige Zeit auf den Boden des Gefässes fest, so dass sie theilweise abgeschmolzen sind, so steigt nach Zurückziehen des Glasstabes der übrig gebliebene Rest der Kugel in die Höhe und wird an der Oberfläche sichtbar. Ebenso wie die Kugeln verhalten sich Stücke von Antimon, welche aus grössern Stücken durch Zerschlagen erhalten waren. Die Versuche beweisen also auf das Deutlichste, dass das feste Metall specifisch leichter als das flüssige bei gleicher Temperatur ist.

Unser Wunsch ging nun dahin, auch für das Antimon das Verhältniss der Dichten des festen und flüssigen Metalls

zu bestimmen. Die darauf gerichteten Versuche belehrten uns indessen, dass wir dies Ziel nicht erreichen würden; einerseits war die Weite des Tiegels zu gering, um mit einer Zange schwimmende Stücke leicht herausheben zu können, andrerseits legte sich an den Spitzen der Zange beim Eintauchen eine so beträchtliche Menge Antimon fest, dass der Gebrauch der Zange sehr erschwert wurde. Indessen wollen wir doch einen Versuch erwähnen, welcher geeignet ist, das vorher genannte Resultat zu befestigen. Bei gewöhnlicher Temperatur ist das specifische Gewicht des Eisens grösser als dasjenige des Antimons; das von uns benutzte Antimon hatte bei 15° das specifische Gewicht 6,750 bezogen auf Wasser gleicher Temperatur; dieser Werth stimmt mit dem von andern Beobachtern gefundenen gut überein. Wir überzeugten uns nun zunächst, dass das Gleiche auch bei der Schmelztemperatur des Antimons zutrifft, indem wir ein kleines Eisenstäbchen in das flüssige Antimon eintauchten; dasselbe kam nicht wieder zur Oberfläche, ein Beweis, dass es specifisch schwerer, als das flüssige Antimon ist. Es wurde nun ein Eisenstäbchen, welches fast die Länge des Durchmessers der schon benutzten Kugelform hatte, in diese eingesetzt und flüssiges Antimon um dasselbe gegossen. Dass wir so eine specifisch schwerere Combination erhielten, wurde noch direkt durch die Bestimmung des specifischen Gewichts nachgewiesen: wir fanden für das specifische Gewicht derselben 6,81, während das Antimon, wie früher angegeben das specifische Gewicht 6,75 besass. Die geringe Steigerung der Dichte rührt davon her, dass nur eine kleine Eisenmasse eingeschlossen war. In der Kugel war 10,9 gr Antimon und 1,2 gr Eisen enthalten; nimmt man für das specifische Gewicht des Eisens den Werth 7,8, so berechnet sich für das specifische Gewicht der Combination 6,85, ein Werth, welcher mit der Beobachtung 6,81 genügend übereinstimmt.

Wir haben vier solche Kugeln, welche Eisen enthielten, hergestellt und bei allen das gleiche Resultat erhalten: Die Kugeln kamen nach dem Untertauchen sehr bald an die Oberfläche des flüssigen Antimons herauf und hielten sich dort längere Zeit, bis sie so weit abgeschmolzen waren, dass sie das Eisen nicht mehr zu tragen vermochten.

Aus allen diesen Versuchen geht mit Sicherheit hervor, dass das feste Metall Antimon specifisch leichter als das flüssige bei gleicher Temperatur ist. Ueber die Differenz der Dichten lässt sich nach dem Obigen nichts Sicheres aussagen. Dass dieselbe aber nicht sehr klein ist, geht aus dem starken Auftrieb hervor, mit welchem die festen untergetauchten Massen wieder an die Oberfläche heraufsteigen.

Aus einem in dieser Hinsicht angestellten Vergleich mit den übrigen Metallen möchten wir Antimon als in naher Uebereinstimmung mit Zinn hinstellen, dabei aber bemerken, dass der Auftrieb uns hier noch etwas kräftiger erschien, als derselbe beim Zinn auftrat.

§ 13.

Eisen. Literatur.

Die Notizen über das Verhalten des Eisens beim Erhärten sind sehr zahlreich, so dass das folgende Literaturverzeichniss keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben kann. Réaumur (§ 2) ist von der Ausdehnung des Eisens im Momente der Erstarrung überzeugt; die Ursache, „warum sich das Eisen so gut giesst" (der Titel seiner Arbeit) ist ihm eben jene Ausdehnung, welche die Anschmiegung, die Einpressung in das Détail der Form hervorruft. Marx (§ 4) behauptet in einer seiner frühern Arbeiten auf die Auctorität von Karsten[1]) hin Volumverminderung, berichtet aber in

1) Karsten. Berichte der Berliner Akad. 1832 (uns nur im Auszug bei Marx bekannt).

[illegible] iritten Arbeit über im Jahre 1839 ausgeführten [illegible]versuche, welche für Ausdehnung im Momente der [illegible]rung sprechen. Karmarsch (§ 8) findet ebenfalls Volum-[illegible]rung. Wichtige oft citirte Versuche wurden im Auf-[illegible]er Versammlung sächsischer Ingenieure von Centner[1]) [illegible]rt. Er constatirt zunächst, dass kaltes Gusseisen [illegible] schwerer sei, als das gleiche Volumen flüssiges, [illegible]sache, die weder für noch gegen Ausdehnung im [illegible] der Erstarrung spricht. Aus dem Umstande, dass [illegible]ch schweren Stücken plattenförmige schwammen, [illegible] zu Würfel und Cylinder geformte untersanken, [illegible] Centner, dass die Form der festen Stücke das Ent-[illegible] sei, insofern nur leicht tragbare Platten schwim-[illegible] aber Körper mit relativ geringerer Oberfläche. [illegible]de Kräfte wirken nach ihm aufsteigende Strom-[illegible] Gasexhalationen. Es hat namentlich H. O. Lang[2]) [illegible]che und Centner's Schlussfolgerungen aus den-[illegible]er Kritik unterworfen, indem er theils den Ex-[illegible] eine Reihe anderer mit gegentheiligem Resultate [illegible]eratur entgegenstellt, theils den Hauptgrund des [illegible] der Schwimmversuche bei den Stücken mit [illegible]erer Oberfläche in einer mangelhaften Durch-[illegible]det, so dass eben immer wieder kaltes Festes [illegible] Flüssigen verglichen wird, und nicht möglichst [illegible]erirtes Material. Besonders deutlich betont auch [illegible] Nothwendigkeit der Durchwärmung des festen [illegible]em er constatirt, dass nur heisse Stücke sofort [illegible] kalte aber nach dem Untersinken erst dann [illegible] wenn die Durchwärmung sich vollzogen hat,

[1]) [illegible] Civilingenieur B. 9. p. 219. (1863).

[2]) [illegible]itschrift für die gesammten Naturwissenschaften 1873.

[illegible] Nature B. XVI. p. 23. (1877).

Versuche, die er zuerst mit Gusseisen vornahm und später[1]) auf Gussstahl ausdehnte. Millar's Experimente mit Eisen sind, ohne dass wir sie vorher gekannt hätten, diejenigen in der gesammten Literatur, welche mit unsern eigenen qualitativen Versuchen (Fundamental-Versuch) nach Anordnung, Effect und Ausdeutung am meisten übereinstimmen. Schon früher als Millar stellte R. Mallet[2]) eine Reihe von Experimenten an, die theilweise sich auf Vergleichungen der specifischen Gewichte des flüssigen und erkalteten Gusseisens beziehen, für die Frage nach Ausdehnung und Zusammenziehung im Momente der Erhärtung also irrelevant sind, theilweise aber die angedeutete Frage durch folgende Anordnung zu lösen suchen. Von zwei eisernen Hohlkugeln, etwa 25 cm im Durchmesser und mit 3,8 cm dicken Wandungen, welche beide bis zur hellen Rothgluth erhitzt worden waren, wurde die eine leer, die andere mit flüssigem Gusseisen gefüllt, der Abkühlung unterworfen. Darauf constatirte er durch Messungen der äussern Dimensionen der Kugeln von 30 zu 30 Minuten, dass beide Gefässe, das leere sowohl, als das mit Eisen gefüllte, einem gleichen Gange ununterbrochener Zusammenziehung unterlagen, dass ferner nach dem Erkalten die Oberfläche des Gussstückes die Innenseite des damit gefüllten Gefässes dicht berührte und endlich, dass die innere Parthie des Gussstückes sich nach dem Erkalten weniger dicht, als die äussere herausstellte (Zahlen werden nicht angegeben). Hieraus schliesst Mallet auf ein ununterbrochenes Zusammenziehen des Gussstückes von dem flüssigen Zustande an durch den Punkt des Erhärtens hindurch bis zur Erkaltung auf Lufttemperatur. Die Erscheinung des Schwimmens festen Eisens in flüssigem leugnet Mallet nicht, führt sie aber auf die Wirkung einer ganz

---

2) Millar. Nature B. XVIII. p. 464 (1878).
3) Mallet. Phil. Mag. ser. IV. B. 49. p. 231. (1875).

besondern Kraft zurück, wie in § 16 noch weiter besprochen wird. Gegen diese Versuche Mallet's tritt A. Ledebur[1]) mit einem Experiment auf, welches sehr überzeugend für die Ausdehnung im Momente der Erhärtung spricht. Er stellte eine Gussform aus zwei durch Federn an einander gedrückten Hälften dar. Die Form blieb geschlossen, so lange das Eisen in derselben noch flüssig war, öffnete sich etwas bei der Erstarrung und schloss sich, der Zusammenziehung des festen Körpers entsprechend, bei der weiteren Abkühlung wieder vollständig.

§ 14.

Eisen. Experimente.

Dem gütigen Entgegenkommen des Herrn Fabrikanten Stolz in Stuttgart verdanken wir die Gelegenheit zum Experimentiren mit Eisen, welches wir mit den uns in Hohenheim zu Gebote stehenden Mitteln nicht zum Schmelzen bringen konnten. Die hohe Schmelztemperatur liess es nicht zu, einen andern Versuch als den sog. Fundamentalversuch (Eintauchen eines festen Stückes in die flüssige Masse, Unterstossen und Constatirung des Auftriebes) anzustellen. Dieses aber gelang bei Eisen in glänzendster Weise, wobei wir zu erwähnen nicht unterlassen wollen, dass uns dieser Erfolg vom Fabrikherrn, den Werkmeistern und den Arbeitern auf das Bestimmteste vorausgesagt wurde; war ihnen doch das Schwimmen des festen Körpers in dem flüssigen ein wohlbekannte, oft beobachtete Thatsache. Ausdrücklich aber müssen wir gegenüber den früher erwähnten Versuchen von Centner constatiren, dass das Aufsteigen ausnahmslos eintrat, aber erst um so später erfolgte, je längere Zeit die Stücke zu ihrer Durchwärmung in Anspruch nahmen.

---

1) Ledebur. Dingler Polyt. Journal B. 277. p. 244. (1875).

Die Versuche wurden mit einem Graphittiegel, welcher etwa 38 Kilo Eisen enthielt, nach Herausnahme des Tiegels aus dem Ofen angestellt.

§ 15.

Kupfer. Literatur und Experimente.

Kupfer wird von Réaumur (§ 2) unter die bei der Erhärtung sich zusammenziehenden Körper gerechnet, er betont aber ausdrücklich den geringen Werth dieser Volumverminderung, sei sie doch geringer, als bei Zinn und bei diesem wieder geringer, als bei Blei. Karsten (§ 13) gibt Ausdehnung zu, glaubt sie aber auf Bildung von Hohlräumen im erhärteten Material zurückführen zu sollen. Kopp (§ 1), dem wir zahlreiche Nachweise der ältern Literatur über die ganze vorliegende Frage verdanken, registrirt die Angabe der Ausdehnung, nennt aber die Erscheinung unsicher, weil Kupfer an der Oberfläche Sauerstoff condensire.

Unsere eigenen Experimente, welche ebenfalls bei Herrn Stotz ausgeführt wurden, mussten sich auf den „Fundamentalversuch" beschränken, der bei vielfältiger Wiederholung in voller Deutlichkeit gelang, wiederum vorausgesagt durch das gesammte Fabrikpersonal. Auch hier gilt die Bemerkung, dass eine vollkommene Durchwärmung vorausgegangen sein muss, ehe das Aufsteigen erfolgt. Zu den Experimenten diente eine Masse von etwa 45 Kilo Kupfer, aus der die nothwendigen Gussstücke unmittelbar vor dem Versuche hergestellt waren [1]).

---

1) Wir haben Dank einem freundlichen Anerbieten des Herrn Oberbergrath von Keller, Vorstandes der k. Münze zu Stuttgart, Aussicht, in nächster Zeit unsere Untersuchungen auf Silber und Gold auszudehnen.

§ 16.

Versuchsresultate.

Von den acht der Untersuchung unterworfenen Metallen (Zinn, Blei, Zink, Wismuth, Cadmium, Antimon, Eisen, Kupfer) zeigten sechs (Zinn, Zink, Wismuth, Antimon, Eisen, Kupfer) bei dem sogen. Fundamentalversuch vollkommen deutlich, dass der Uebergang vom flüssigen zum festen Zustande mit einer Ausdehnung verbunden ist, dass also das Metall im festen Aggregatzustande ein kleineres specifisches Gewicht besitzt, als das gleich temperirte flüssige. Bei dreien der untersuchten Metalle (Zinn, Zink und Wismuth) gelang es, annähernde Werthe für die Grösse der Ausdehnung zu gewinnen.

Zwei Metalle (Blei und Cadmium) liessen eine sichere Entscheidung nicht zu. Warum wir trotzdem glauben, dass auch hier der Uebergang in den flüssigen Zustand mit einer Zusammenziehung verbunden ist, haben wir bereits früher (§ 5. § 10.) ausgesprochen. Dort haben wir auch die besonderen, gerade diesen Körpern eigenthümlichen Verhältnisse näher erwähnt, welche das zu untersuchende Verhalten weniger deutlich hervortreten lassen müssen.

Es spricht daher von den acht untersuchten Metallen keines für die Richtigkeit des Satzes: „Die Körper ziehen sich beim Uebergange aus dem flüssigen in den festen Aggregatzustand zusammen". Unzweifelhaft gehören sechs, vielleicht sogar alle acht zu den Ausnahmen von diesem Satze. In der Literatur finden sich über sonstige Metalle ausser den bereits oben behandelten nur noch über Silber und Gold kurze Notizen, welche aber die begründenden Experimente nicht des Nähern angeben. Wenn man daher sich nur auf die vorliegenden Thatsachen stützt, so muss man als Regel über das Verhalten der Metalle im Momente des Ueberganges aus dem flüssigen in den festen Aggregat-

zustand den Satz aufstellen: „Die Metalle dehnen sich im Momente des Erstarrens aus, so dass das feste Metall weniger dicht, als das flüssige gleicher Temperatur ist". Denn diesem Satze, welcher dem früher angenommenen gerade entgegengesetzt formulirt ist, folgen zweifellos die Mehrzahl der untersuchten Metalle [1]): was früher als Ausnahme galt, wird hierdurch zur Regel.

Die Frage liegt nahe, wie kam es, dass bei den bisherigen Untersuchungen so oft das Gegentheil von unsern Folgerungen aus dem Verhalten der Körper abgeleitet wurde. Nach den Erfahrungen bei unsern eigenen Experimenten und den Schwierigkeiten, die wir selbst bei denselben zu überwinden erst lernen mussten, sind wir geneigt, den Hauptgrund der Irrthümer in der mangelhaften Rücksicht zu finden, welche bei der Untersuchung der Frage auf die gleiche Temperatur der Flüssigkeit und des festen Körpers genommen wurde. Ist die Differenz der specifischen Gewichte für die verschiedenen Aggregatzustände gering und ist ferner der Ausdehnungscoefficient beider gross, so muss die Temperatur des festen und flüssigen Körpers möglichst nahe zusammenfallen, um die Erscheinung des Schwimmens, resp. Aufsteigens des festen Körpers im flüssigen zu zeigen. Je grösser die Differenz der Dichtigkeiten derselben Substanz in den verschiedenen Aggregatzuständen, um so weniger ängstlich wird die Gleichheit der Temperatur zwischen Festem und Flüssigem anzustreben sein, um so leichter wird die Erscheinung zur Beobachtung kommen und selbst bei oberflächlichster Behandlung nicht wohl übersehen werden können. So namentlich bei Eis und Wasser, wo die Dif-

1) Dieser Satz bleibt auch dann richtig, wenn Silber und Gold beim Erstarren eine Volumverminderung erfahren sollten. Uebrigens wird fast ausnahmslos von diesen Metallen angegeben, dass das feste in dem flüssigen schwimmt, ohne zwar den Grund dieser Erscheinung in Dichtigkeitsunterschieden anzunehmen.

ferenz gegen 10 Proc. beträgt, und selbst stark abgekühltes Eis, — wie aus den betreffenden Coefficienten hervorgeht, — auf weit über dem Schmelzpunkt hinaus erwärmtem Wasser noch schwimmt.

Endlich sei des Einwandes gedacht, der zwar an der Erscheinung des Schwimmens des Festen in dem Flüssigen selbst nicht zweifelt, zur Erklärung aber andere Momente, als Dichtigkeitsunterschiede herbeizieht, so besonders Exhalationen von Gas, welches bei der Erhärtung des Metalls an der Oberfläche desselben mechanisch gebunden wurde und nun bei der Abschmelzung als tragende Kraft wirkt. Wir haben uns niemals trotz sorgfältigster Prüfung überzeugen können, dass dieses Moment bei unsern Experimenten mitgewirkt habe, und dürfen hier auf die an mehreren Stellen unserer Arbeit (§ 5. § 10.) niedergelegten Bemerkungen hinweisen. Besonders möchten wir noch hervorheben, dass die festen Metallstücke, deren Oberflächentheile, an denen sich das Gas verdichtet, vollständig abgeschmolzen sind und deren Volumen in Folge dessen auf weniger als $^1/_5$ des ursprünglichen reducirt wurde, die fraglichen Erscheinungen (Aufsteigen in der flüssigen Masse etc.) vollkommen deutlich zeigten.

Wohl am meisten gekünstelt ist Mallet's [1]) Erklärungsweise der Erscheinung des Schwimmens. Er nimmt eine besondere zurückstossende Kraft (repellent force) an, die zwischen dem festen und flüssigen Metall zur Wirkung kommt und deren Grösse einmal von der Differenz der Temperaturen zwischen dem Festen und dem Flüssigen, dann aber namentlich von dem Verhältniss der wirksamen Oberfläche (effective surface) zum Volumen des schwimmenden Körpers abhängt. Unter wirksamer Oberfläche versteht er die Projection der eingetauchten Oberfläche des schwim-

1) Vgl. § 13.

menden Körpers auf die Horizontal-Ebene. Diese von Mallet zur Interpretation seiner Versuche eingeführte Kraft ist nur im Stande das Schwimmen eines Körpers, welcher mit seiner Oberfläche theilweise aus der flüssigen Masse herausragt, zu erklären. Sobald aber der Körper von allen Seiten durch die flüssige Masse umgeben ist, kann die Kraft Mallet's unter Voraussetzung einer überall gleichen Temperatur, zum Schwimmen oder Aufsteigen des Körpers nichts beitragen, weil sie, von oben gerade so stark wie von unten wirkend, in ihren Resultaten nothwendig gleich 0 ist.

Wir sind geneigt, die Herbeiziehung solcher gesuchter Erklärungsweisen des Schwimmens festen Materials im Flüssigen geradezu auf den Einfluss der Auctorität des Satzes von der Zusammenziehung der Körper durch Wärmeverlust zurückzuführen: Hat ja in der That die als Einzelheit an einem vereinzelten Körper zufällig ein Mal beobachtete Erscheinung kaum eine Berechtigung zum Zweifel an der Richtigkeit des Satzes. Jetzt aber — so meinen wir — hat sich das numerische Verhältniss zwischen Beseitigungen und Ausnahmen wesentlich verändert, ja für die Metalle umgekehrt.

§ 17.

Verhalten der Legirungen und Silikate.

Legirungen wurden besonders von Marx (§ 4.) in grösserer Anzahl untersucht. Für die mit Wismuth fand er fast ausnahmslos Ausdehnung im Momente der Erstarrung, nur bei der Blei-Wismuth-Legirung mit vorwaltendem Blei trat umgekehrt Zusammenziehung ein. In Bezug auf Neusilber wird mehrfach Ausdehnung angegeben; Whitley[1]) fand solche beim Messing (eine Angabe, die wir nach eigenen Experi-

1) Whitley. Nature B. 18. p. 397. (1878).

menten bestätigen können). Kopp behandelt die Rose'sche Legirung besonders ausführlich und constatirt für sie einen ganz eigenthümlichen Gang der Ausdehnung und Zusammenziehung, so dass bei etwa 59° ein Maximum des Volumens der festen Legirung liegt. Von da ab zieht sich das feste Metall bei wachsender Temperatur zusammen, soweit die Beobachtungen Kopp's reichen, nemlich bis zu 94°. Im flüssigen Zustande, welcher von der Temperatur 103,3° an beobachtet wird, tritt mit wachsender Temperatur wieder Ausdehnung ein. Aus diesen Beobachtungen schliesst Kopp, dass während des Schmelzens, welches nicht bei einer bestimmten Temperatur, sondern in dem Intervall von 95° bis 98° vor sich geht, eine Volumzunahme von 1,55 Proc. sattfindet.

Eine direkte Untersuchung, nach Art der von uns befolgten Methode, ist für das Rose'sche Metall nicht sicher ausführbar, weil ein allmähliger Uebergang des festen in den flüssigen Zustand eintritt. Auch sonstige Legirungen zeigen gewisse Abnormitäten gegenüber den einfachen Metallen; so beobachtete Rudberg[1]), bei einer Untersuchung der latenten Wärme des Bleis und Zinns sowie ihrer Legirungen nach der Erkaltungsmethode, „am Thermometer von 10 zu 10 Graden, und wurde dabei zu dem merkwürdigen Resultat geleitet, dass während das Thermometer bei den einfachen Metallen (bei ihrem Festwerden) auf einem festen Punkte verweilte, es bei den Legirungen auf zwei verschiedenen Punkten stehen blieb: auf einem, der für alle Legirungen dieser Art durchaus derselbe war, und auf einem andern, der sich mit dem Verhältniss zwischen beiden veränderte". Ferner sagt Marx[2]): „Einige Male begegnete mir, dass ein

1) Marx. Schweigger-Seidel Jahrbuch der Chem u. Phys. B. 60. p. 13. (1830).

2) Marx. Schweigger-Seidel Jahrbuch der Chem. u. Phys. B. 58. p. 462. (1830).

öfter eingeschmolzenes Stück die Erscheinungen des Ausdehnens viel schwächer, als zuerst an sich darthuen liess" und an einer andern Stelle[1]) bei der Besprechung der Legirungen von Wismuth, Blei und Zink: „Auch hier hatte sich ein mehr wismuthhaltiger Theil unten hin und oben darauf mit einem scharfen Abschnitt ein mehr zinnhaltiges angesetzt".

Diese Beobachtungen zeigen, dass bei den Legirungen der Vorgang des Schmelzens mit sehr eigenthümlichen Erscheinungen verbunden ist, dass insbesondere die Homogenität der geschmolzenen Masse nicht sicher garantirt ist. Hieraus geht hervor, dass ein festes Stück einer Legirung, auch wenn es als Gussstück aus der flüssigen Masse gewonnen wurde, nicht nothwendig mit dem übrig bleibenden Theile identisch ist. Dieses Verhalten bestimmte uns, von der Untersuchung der Legirungen abzustehen.

Ein ganz besonderes Interesse bietet namentlich im Hinblick auf geologische Hypothesen, das Verhalten der Silikate im Momente der Erhärtung dar. Nach Bischof's[2]) oft citirten Versuchen glaubt man ziemlich allgemein den natürlichen kieselsauren Verbindungen bei der Erstarrung eine sehr bedeutende Zusammenziehung (20 bis 25 Proc.) zuschreiben zu müssen. Es hat diese Versuche namentlich Lang[3]) einer Kritik unterworfen, welche darin gipfelt, dass dieselben jene ihnen von anderer Seite — nicht von Bischof selbst — zugeschriebene Beweiskraft entbehren. Es hat ferner Forbes[4]) gezeigt, dass die Zusammenziehung der

1) l. c. p. 470.

2) Bischof. Wärmelehre des Erdinnern. p. 368. (1837). Jahrbuch für Miner. p. 8. (1843).

3) Lang. Zeitschr. für die ges. Naturwissensch. 1873. Januar.

4) Forbes. Chemical-News. p. 6. 1868.

Silikate bei der Erstarrung „nicht so bedeutend ist, als man allgemein glaubt". Auch die von Mallet[1]) angestellten Versuche ergaben viel geringere Werthe (1,5 bis 6 Proc.) für die Zusammenziehung und Whitley[2]) behauptet für Basalt und Eisenschlacke geradezu das Gegentheil, nemlich nicht unbedeutende Ausdehnung, indem er das feste Material in dem flüssigen schwimmen und aufsteigen sah. Siemens[3]) beweist aus Experimenten mit Glas, dass dasselbe mit wachsender Temperatur nicht ununterbrochen sein Volumen vergrössert, dass vielmehr das Glas im zähflüssigen Zustand dichter, als im festen ist.

Von ganz anderer Seite ausgehend sucht Lang[4]) es wahrscheinlich zu machen, dass sich die Silikate im Momente der Erstarrung ausdehnen. Er schliesst aus mikroskopischen Untersuchungen von Basalt im Vergleich mit Gyps, dass die Absonderungsgestalten der Silikatgesteine nicht durch Contraction, sondern durch Druck verursacht sind, ein Druck, welcher im Momente der Erstarrung durch Ausdehnung zu Stande kommt.

Wir selbst sind nicht in der Lage, direkt etwas zur Entscheidung der Frage beitragen zu können. Der Nachweis des Schwimmens und Aufsteigens eines festen Stückes im flüssigen Materiale misslang bei dem einzigen Silikate, mit welchem wir experimentirten: Hochofenschlacke von Wasseralfingen. Es konnte die Schlacke nur in einen zähflüssigen Zustand versetzt werden, so dass wegen dieser

---

1) Mallet. Philos. Transact. B. 163. p. 147. (1873). Phil. Mag. ser. IV. p. 231. (1875).

2) Whitley. Nature B. 18. p. 397. (1878).

3) Siemens. Berl. Akad. Ber. 1878. p. 558.

4) Lang. Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg B. 31. p. 336. (1875).

Dickflüssigkeit die Untersuchung nach unserer Methode unausführbar war. Aus gleichem Grunde können wir auch unter den Beweisen für Ausdehnung der Silikate ein von Marx[1]) nach Abich berichtetes Verhalten natürlicher Lava nicht verzeichnen. Abich warf nemlich auf noch fliessende Lava Klumpen erhärteten Materials, welche auf der Oberfläche „ohne auch nur einen Eindruck hervorzurufen", weitergetragen wurden, eine Thatsache, die offenbar hinsichtlich der Dichtigkeitsunterschiede nichts beweist. Sollte es übrigens durch noch bedeutendere Hitzgrade, als wir erreichen konnten, gelingen, die Schlacke dünnflüssig herzustellen, so würde eine etwaige Constatirung blossen Untersinkens des Festen im Flüssigen nichts gegen eine Ausdehnung im Momente der Erstarrung aussagen, im Hinblick auf die offenbar nicht unbedeutende Differenz der Temperaturen zwischen den beiden zu vergleichenden Materialien.

Wenn Lang den Satz von der Zusammenziehung der Silikate beim Erstarren einen „schlecht fundirten" nennt, einmal, weil die speciell mit Silikaten angestellten Experimente nicht stichhaltig seien, ausserdem aber weil das Verhältniss auch bei den als analog beigezogenen Körpern, zu denen er besonders die Metalle rechnet, noch nicht genügend festgestellt sei, so glauben wir durch die vorliegende Arbeit zur Erschütterung der Fundirung noch mehr beigetragen zu haben dadurch, dass wir nachwiesen, wie einige der als analog herbeigezogenen Körper sich nicht zusammenziehen, sondern ausdehnen. Nimmt man aber eine Ausdehnung auch der Silikate im Momente der Erhärtung an, so beweisen Siemens[2]) gegen Thomsen[3]),

1) Marx. Journal für prakt. Chemie B. 22. p. 142. (1841).
2) Siemens. Berl. Akad. Berichte 1878. p. 570.
3) Thomsen Philos. Transact. B. 153. p. 573. (1863).

Lang[1]) gegen Mallet[2]), dass der Hypothese von der Existenz eines festen Erdkernes durch diese Annahme eine wesentliche Stütze entzogen wird.

Hohenheim, November 1880.

---

1) Lang. Göttinger gelehrter Anz. 1875. p. 1614.
2) Mallet. Philos. Transact. B. 163. p. 147. (1873).

Herr W. v. Beetz legte die Ergebnisse einer Untersuchung vor:

„Ueber Spannungsdifferenzen zwischen sich berührenden Flüssigkeiten mit Berücksichtigung der Concentration, von Erasmus Kittler."

Die an der Berührungsstelle zweier Flüssigkeiten auftretenden elektromotorischen Erregungen wurden schon vielfach zum Gegenstande eingehender Untersuchungen gemacht. Die Anordnung der hierauf bezüglichen Versuche in den Arbeiten von Fechner[1]), Wild[2]), L. Schmidt[3]), E. du Bois-Reymond[4]), Worm-Müller[5]) und Anderen ist im wesentlichen die von ersterem Forscher angegebene. Von vier Gefässen A, B, C, D, die durch Heber in leitende Verbindung gebracht werden können, sind die beiden äusseren A und D mit der gleichen Flüssigkeit F, die inneren B und C mit zwei verschiedenen Flüssigkeiten F_1 und F_2 gefüllt. In die Becher A und D tauchen gleiche Metallplatten, zu welchen die Enden eines Galvanometerdrahts

1) Fechner, Pogg. Ann. Bd. 48, p. 1 u. 225. 1839.

2) Wild, Pogg. Ann. Bd. 103, p. 353. 1858.

3) Schmidt, Pogg. Ann. Bd. 109, p. 106. 1860.

4) E. du Bois-Reymond, Reichert's und E. du Bois-Reymond's Archiv, 1867, p. 453.

5) Worm-Müller, Pogg. Ann. Bd. 140, p. 114 u. 380. 1870.

führen. Tritt nun ein Strom ein, so folgt, dass die Flüssigkeiten F, F_1 und F_2 elektromotorisch auf einander wirken und gleichzeitig, dass sie sich nicht in eine Spannungsreihe ordnen; bleibt dagegen die Elektricität im Gleichgewicht, so sind entweder keine Spannungsdifferenzen vorhanden, oder dieselben befolgen das Volta'sche Spannungsgesetz.

Die Entscheidung darüber, wie sich Flüssigkeiten zum Spannungsgesetze verhalten, kann noch in anderer Weise geführt werden.

Es seien F_1, F_2, F_3 drei verschiedene Flüssigkeiten, die zu je zweien mit dem Metalle M in Verbindung gebracht, die elektromotorischen Kräfte bez. a, b, c ergeben, d. i.

$$\begin{aligned} M|F_1 + F_1|F_3 + F_3|M &= a, \\ M|F_2 + F_2|F_3 + F_3|M &= b, \\ M|F_1 + F_1|F_2 + F_2|M &= c; \end{aligned}$$

zeigt nun der Versuch, dass $a - b = c$, so befolgen F_1, F_2 und F_3 untereinander das Spannungsgesetz. Man hat ja in diesem Falle

$$\begin{aligned} a - b &= M|F_1 + F_1|F_3 + F_3|F_2 + F_2|M \\ = c &= M|F_1 + F_1|F_2 + F_2|M, \\ \text{d. i. } F_1|F_3 &+ F_3|F_2 = F_1|F_2. \end{aligned}$$

Ist dagegen $a - b$ von c verschieden, so lassen sich die drei Flüssigkeiten nicht in eine Spannungsreihe ordnen.

Diese Methode wurde von mir angewendet auf Lösungen von Chloriden, die zunächst unter sich, dann mit destillirtem Wasser, mit Kupfervitriollösung oder verdünnten Säuren in Berührung gebracht wurden.

Die elektromotorischen Kräfte der in Frage kommenden Combinationen wurden auf elektrometrischem Wege gemessen, indem man die am nicht abgeleiteten Pole auftretende freie Spannung mit der eines Daniell'schen Elements verglich. Als Messapparat hatte ich ein Cylinder-

Quadranten-Elektrometer von Edelmann[1]), eine Modifikation des Thomson'schen Quadranten-Elektrometers. Zur raschen Herstellung und Unterbrechung der Leitungen benützte ich einen Schlüssel für elektrische Leitungen von W. v. Beetz[2]). Die Ladung der Nadel erfolgte durch eine kleine Zambonische Säule, die sich Monate lang sehr constant erwies. Die Ablesung geschah mittels Spiegel, Fernrohr und Scala, welche in einer Entfernung von 3 m vom Elektrometer aufgestellt war. Der Scalenausschlag für ein Daniell'sches Element

$$\begin{array}{c|c|c|c} \text{Zn} & H_2SO_4 + H_2SO_4 & CuSO_4 + CuSO_4 & \text{Cu} \\ \text{amalg.} & \Delta = 1{,}074 & \text{conc.} & \end{array}$$

belief sich im Mittel auf 90—91 Doppelmillimeter, sank im Minimum auf 89,0 herab und erreichte mit 92,0 sein Maximum.

Die angewandten Substanzen waren als „chemisch rein" aus der Fabrik von Dr. F. Schnitzer und Comp. in München bezogen. Die wässerigen Lösungen der Chloride wurden in der Regel nach zehn verschiedenen Verhältnissen hergestellt, der Procentgehalt durch Wägung, das specifische Gewicht mit der Mohr'schen Wage ermittelt. Von den concentrirten Lösungen wurde nur das specifische Gewicht bestimmt, der Sättigungspunkt für die betreffende Temperatur aus anderen Angaben berechnet. Destillirtes Wasser, das ich in grossen Mengen teils zur Reinigung, teils zur Herstellung der Lösungen, teils auch zu Messungen verbrauchte, erwies sich in verschiedenen Bezügen als nicht vollständig gleich[3]). Für zusammengehörige Versuche benützte ich daher immer Wasser einer Flasche, so rein ich

1) Edelmann, neuere Apparate für naturwissenschaftliche Schule und Forschung, p. 150. 1880.

2) v. Beetz, Sitzungsberichte der kgl. b. Akademie der Wissenschaften 1880, p. 451; Wiedemann's Ann. Bd. 10, p. 348, 1880.

3) Vgl. Quincke, Pogg. Ann. Bd. 153, p. 161. 1874.

es nur aus dem chemischen Laboratorium der technischen Hochschule bekommen konnte.

Eine Hauptschwierigkeit lag in der Herstellung gleicher Elektroden. Zu meinen ersten Versuchen verwendete ich Kohlenstäbe von Carré in Paris, die durch Kochen in destillirtem Wasser leicht so gleichmässig gemacht werden konnten, dass sie, mit Wasser in Berührung gebracht, keinen Potentialunterschied lieferten. Als ich jedoch später eine neue Sendung bezog, machte ich die Wahrnehmung, dass ich es mit anderem Material zu thun habe. Ich versuchte es hierauf mit Platinblechen, die in Salpetersäure, dann in Wasser ausgekocht und schliesslich ausgeglüht wurden [1]), in den seltensten Fällen aber eine Gleichmässigkeit erlangten, wie ich sie für meine Versuche nöthig hatte. Gleich schlimme Erfahrungen machte ich mit Kupferblechen [2]). Dagegen lieferten chemisch reine Silberbleche und Kupferdrähte (2,3 mm im Durchmesser) ein ziemlich leicht zu bearbeitendes Material, und es war mir in Folge dessen ermöglicht, eine Reihe von Versuchen sehr rasch hintereinander anzustellen. Die beiden letztgenannten Metalle wurden mit feinstem Smirgelpapier blank gerieben und darnach mit Alkohol oder Aether und endlich mit destillirtem Wasser so lange abgewaschen, bis die Prüfung in Wasser keinen Unterschied mehr zeigte. Hin und wieder verwendete ich auch chemisch reines Stangenzink, das zu jeder Messung frisch amalgamirt wurde.

Die Flüssigkeiten waren getrennt in 6 cm hohen und 4,5 cm weiten Gläsern. Dieselben konnten durch Heber mit einander verbunden werden, die an den Enden mit Pergamentpapier geschlossen und bei allen Versuchen mit der specifisch leichteren Flüssigkeit gefüllt waren.

---

1) v. Beetz, Sitzungsberichte der kgl. b. Akademie der Wissenschaften 1880, p. 451.

2) Vgl. Wüllner, Pogg. Ann. Bd. 106, p. 462. 1859.

Ich betone ausdrücklich, dass für jede wiederholt angestellte Messung sowol die zu prüfenden Flüssigkeiten, wie die Heber, als auch die Elektroden erneuert wurden.

Vor und nach jeder Beobachtungsreihe wurde der Nadelausschlag für ein Daniell'sches Element ermittelt. Dabei war das Kupfer zur Erde abgeleitet, der Zinkpol mit dem Elektrometer in Verbindung. Die Richtung, in der bei dieser Anordnung die Nadel abgelenkt wurde, sei für sämmtliche Messungen als positiv genommen. Der Heber, in diesem Falle mit verdünnter Schwefelsäure gefüllt, tauchte nur so lange in die beiden getrennt stehenden Gläser, bis 3 oder 5 Umkehrpunkte des Fadenkreuzes auf der Scala abgelesen waren; aus diesen wurde dann die Ruhelage der Nadel abgeleitet, — ein Verfahren, wie es fast ausschliesslich zur Anwendung kam.

Ich gebe die Resultate meiner Beobachtungen in Tabellen und will nur zur Erläuterung derselben etliche Versuche herausgreifen.

A) L_1, L_2, L_3 sind drei Lösungen von Chlornatrium, und zwar enthält

L_1	25,02	Gewichtsteile	NaCl	in	100	Gew.-T.	Wasser,
L_2	5,09	"	"	"	"	"	"
L_3	0,82	"	"	"	"	"	"

Die Beobachtung zeigte:

$$Ag|L_1 + L_1|L_3 + L_3|Ag = a = 12{,}0, \quad (D = 100)$$
$$Ag|L_2 + L_2|L_3 + L_3|Ag = b = 4{,}0,$$
$$Ag|L_1 + L_1|L_2 + L_2|Ag = c = 7{,}9.$$

Es ist somit **a** — **b** (8,0) sehr nahe der beobachteten Grösse **c** (7,9), d. h.

$$L_1|L_3 + L_3|L_2 = L_1|L_2 \quad \ldots\ldots\ldots \quad \mathbf{I}.$$

B) L_1 ist eine gesättigte Chlornatriumlösung, L_2 enthält 0,45 Gew.-T. NaCl in 100 Teilen Wasser (W). Aus der Beobachtungsreihe

$$Ag|L_1 + L_1|W + W|Ag = a_1 = 29{,}8,$$
$$Ag|L_2 + L_2|W + W|Ag = a_2 = 13{,}8,$$
$$Ag|L_1 + L_1|L_2 + L_2|Ag = c = 15{,}6$$

ergibt sich, dass die berechnete Zahl $a_1 - a_2 = 16{,}0$ nahe übereinstimmt mit der direct gefundenen Grösse $c = 15{,}6$, d. h., dass die Beziehung stattfindet:

$$L_1|W + W|L_2 = L_1|L_2 \quad \ldots\ldots \quad \text{II.}$$

Es darf daher die Spannungsdifferenz

$$Ag|L_1 + L_1|L_2 + L_2|Ag$$

sich nicht ändern, wenn man die Lösungen L_1 und L_2 durch ein Wasserrohr verbindet, — ein Schluss, von dessen Richtigkeit man sich hier und in analogen Fällen zur Genüge überzeugte.

Tabellen zu A) und B).

Chlornatrium.

Tabelle I. Specifische Gewichte[1]).

Anzahl der Gew.-T. NaCl in 100 G.-T. H_2O	Spec. Gewicht der Lösungen für t^0	t
0,105	1,002	17,3
0,45	—	—
0,50	—	—
0,82	1,004	24,3

1) Vgl. Gerlach, Salzlösungen; Fresenius, Zeitschrift für analyt. Chemie, VIII. Bd. p. 249. 1869.

F. Kohlrausch, Das elektr. Leitungsvermögen etc. Wiedemann's Ann. Bd. VI, p. 1 ff. 1879.

Anzahl der Gew.-T. NaCl in 100 G.-T. H_2O	Spec. Gewicht der Lösungen für t^0	t
2,14	1,011	18,8
5,07	1,030	18,8
5,09	1,033	24,3
10,02	1,064	18,6
10,07	1,064	24,3
15,39	1,098	18,7
19,95	1,122	18,7
25,02	1,148	24,3
30,00	1,172	18,9
*) conc. (36,0)		18,2

Tabelle II. $Ag|L_a + L_a|L_b + L_b|Ag = c$**).

$\bar{A}g$ = zur Erde abgeleitet.

Zn amalg.	$H_2SO_4 + H_2SO_4$ $\Delta = 1{,}074$	$CuSO_4 + CuSO_4$ conc.	$\bar{C}u = 100$.

Anzahl der Gew.-T. NaCl in 100 G.-T. H_2O		c		
L_a	L_b	beob.	berechnet als a — b	berechnet als $a_1 - a_2$
conc.	0,45	—	—	16,0
conc.	0,50	15,6	—	—
30,0	0,50	—	—	14,2
19,95	0,50	—	—	11,7

*) Berechnet nach der Formel: $k = 35{,}15 + 0{,}0477\,t$.
Wislicenus, anorg. Chemie, p. 124. 1877.

) **Anmerkung: Nimmt man $L_b = 0{,}5$ und die Verhältniszahlen $L_a = 2{,}14$; 5,07; .... 36 als Abscissen, die entsprechenden Spannungen

Anzahl der G.-T. NaCl in 100 G.-T. H_2O		c		
L_a	L_b	beob.	berechnet als a — b	berechnet als a_1 — a_2
15,39	0,50	—	—	9,2
10,02	0,50	—	—	7,0
5,07	0,50	—	—	4,1
2,14	0,50	—	—	1,4
25,02	0,82	12,0	—	—
10,07	0,82	6,7	—	—
5,09	0,82	4,0	—	—
25,02	5,09	7,9	8,0	—
10,07	5,09	2,5	2,7	—
25,02	10,07	5,5	5,3; 5,4	—
conc.	15,39	5,6	—	5,7

Tabelle III. $Cu|L_a + L_a|L_b + L_b|\overline{Cu} = c$.

Anzahl der Gew.-T. NaCl in 100 G.-T. H_2O		c	
L_a	L_b	beob.	berechnet als a_1 — a_2
conc.	0,45	16,4	—
conc.	0,50	16,3	15,9
30,0	0,50	14,6	14,2
19,95	0,50	—	11,6
15,39	0,50	—	8,7
2,14	0,50	—	1,4

c = 1,4; 4,1; .... 15,6 als Ordinaten eines rechtwinkeligen Coordinatensystems, so erhält man die in der beigegebenen Tafel gezeichnete Curve. Die der ursprünglichen X-axe parallelen Axen beziehen sich auf L_b = 0,82; 10,07; 15,39.

Chlorkalium.

Tabelle I. Specifische Gewichte.

Anzahl der Gew.-T. KCl in 100 G.-T. H_2O.	Spec. Gewicht der Lösungen	t
0,10	1,000	19,7
0,50	1,002	19,3
0,56	1,002	17,3
0,696	1,003	20,1
1,01	1,005	19,7
2,02	1,012	18,6
4,88	1,028	20,1
4,96	1,030	18,5
10,06	1,056	20,1
10,27	1,059	18,8
19,97	1,108	19,5
24,98	1,132	23,5
25,00	1,133	20,1
29,99	1,156	23,5
*) conc. (34,2)	1,177	18,2

Da nun die auf diese secundären Axen bezogenen Ordinatenwerthe sich als Punkte der gezeichneten Curve anschliessen, dürfte damit die Gültigkeit des Spannungsgesetzes für die verschiedenen Chlornatrium-Lösungen deutlich veranschaulicht sein. — Aehnliche Curven erhält man auch für die übrigen Chloride.

*) Berechnet aus der Gleichung: $k = 29{,}23 + 0{,}2738\,t$.
Wislicenus, anorg. Chemie, p. 124. 1877.

Tabelle II. $Ag|L_a + L_a|L_b + L_b|\bar{A}g = c.$

Anzahl der Gew.-T. KCl in 100 G.-T. H_2O		c		
L_a	L_b	beob.	berechnet als a — b	berechnet als $a_1 - a_2$
25,00	0,70	12,9	—	—
10,06	0,70	6,7	—	—
4,88	0,70	4,7	—	—
25,00	4,88	7,6	8,2	—
10,06	4,88	2,5	2,0	—
25,00	10,06	6,5	6,2	—
conc.	0,10	20,3	—	20,1
30,00	0,10	18,4	—	18,8
24,98	0,10	16,4	—	—
19,97	0,10	—	—	13,7
10,27	0,10	10,4	—	12,2
9,83	0,10	—	—	12,1
4,96	0,10	6,8	—	7,0
2,02	0,10	—	—	4,8
1,01	0,10	—	—	2,1
0,50	0,10	—	...	1,1
conc.	0,50	18,9	—	19,0
30,00	4,96	11,3	11,6	—

Tabelle III. $Cu|L_a + L_a|L_b + L_b|\bar{Cu} = c.$

Anzahl der Gew.-T. KCl in 100 G.-T. H_2O.		c	
L_a	L_b	beob.	berechnet als $a_1 - a_2$
conc.	0,56	17,4	—
conc.	0,56	17,0	—
conc.	1,01	—	14,9
24,98	1,01	—	13,2
9,83	1,01	—	7,4

Chlorammonium.

Tabelle I. Specifische Gewichte.

Anzahl der G.-T. $(NH_4)Cl$ in 100 G.-T. H_2O	Spec. Gewicht	t
0,106	1,001	17,2
0,79	1,002	19,1
2,02	1,005	17,4
5,05	1,013	19,1
10,05	1,026	19,1
10,12	1,028	17,4
20 (circa)	1,047	17,3
25,01	1,056	19,1

Tabelle II. $Ag|L_a + L_a|L_b + L_b|\bar{A}g = c.$

Anzahl d. G.-T. $(NH_4)Cl$ in 100 G.-T. H_2O		c		
L_a	L_b	beob.	berechnet als	
			a — b	$a_1 - a_2$
25,01	0,79	17,1	—	17,4
20 (circa)	0,79	—	—	16,3
10,05	0,79	11,4	—	11,6
5,05	0,79	7,2	—	7,2
2,02	0,79	—	—	3,8
25,01	10,05	5,5	5,7	—

Chlornickel.

($NiCl_2 + 6\,H_2O$).

Tabelle I. Specifische Gewichte.

Anzahl der Gew.-T. $NiCl_2$ in 100 G.-T. H_2O	Spec. Gewicht der Lösungen	t
0,66	1,003	14,7
1,06	1,006	14,6
2,22	1,012	14,8
4,93	1,024	15,2
10,02	1,047	15,1
20,14	1,090	14,8
85,30	1,276	15,2
100,0	1,303*)	14,8

Tabelle II. $Cu|L_a + L_a|L_b + L_b|\bar{Cu} = c$.

Anzahl der G.-T. $NiCl_2$ in 100 G.-T. H_2O		c		
L_a	L_b	beob.	berechnet als	
			a — b	a_1 — a_2
100,0	0,66	8,8	—	—
85,30	0,66	8,7	—	—
20,14	0,66	5,7	—	—
4,93	0,66	3,9	—	—
2,22	0,66	3,2	—	—
1,06	0,66	0,4	—	—
85,30	1,06	—	8,3	8,3
20,14	1,06	—	5,3	—
10,02	1,06	—	—	4,3

*) Eine quantitative Bestimmung ergab in 2 ccm der Lösung 0,41 gr NiO.

Diesem entsprechen 0,711 gr wasserfreies Nickelchlorür ($NiCl_2$) oder 1,301 gr wasserhaltiges Chlorür ($NiCl_2 + 6\,H_2O$).

C) Mit *L* und *M* bezeichne ich irgend zwei Lösungen von Chloriden verschiedener Metalle aus der Reihe $(NH_4)Cl$, KCl, NaCl, $NiCl_2$; es sei z. B.

L die concentrirte Lösung von $(NH_4)Cl$,
M „ „ „ „ NaCl,
W destillirtes Wasser.

Aus den beiden Beobachtungen

$$Ag|L + L|W + W|\bar{A}g = l = 35{,}2$$
$$Ag|M + M|W + W|\bar{A}g = m = 29{,}8$$

ergibt sich durch Subtraction

$$l - m = Ag|L + L|W + W|M + M|\bar{A}g = 5{,}4,$$

eine Grösse, die der beobachteten Zahl

$$c = Ag|L + L|M + M|\bar{A}g = 4{,}9$$

nahe kommt.

Es ist daher

$$L|W + W|M = L|M \quad \ldots\ldots\ldots \quad \text{III.}$$

$$Ag \,|\, \underset{\text{conc.}}{NH_4Cl} + NH_4Cl \,|\, W + W \,|\, \bar{A}g = 35{,}2$$

$$Ag \,|\, \underset{\text{conc.}}{KCl} + KCl \,|\, W + W \,|\, \bar{A}g = 33{,}5$$

$$Ag \,|\, \underset{\text{conc}}{NH_4Cl} + NH_4Cl \,|\, \underset{\text{conc.}}{KCl} + KCl \,|\, \bar{A}g = 1{,}8;\ \text{ber. } 1{,}7.$$

$$Ag \,|\, \underset{\text{conc.}}{NaCl} + NaCl \,|\, W + W \,|\, \bar{A}g = 29{,}8$$

$$Ag \,|\, \underset{0{,}56}{KCl} + KCl \,|\, W + W \,|\, \bar{A}g = 14{,}5$$

$$Ag \,|\, \underset{\text{conc.}}{NaCl} + NaCl \,|\, \underset{0{,}56}{KCl} + KCl \,|\, \bar{A}g = 15{,}6;\ \text{ber. } 15{,}3.$$

$$\mathrm{Cu} \left| \begin{matrix} \mathrm{NaCl} + \mathrm{NaCl} \\ \text{conc.} \end{matrix} \right| \mathrm{W} + \mathrm{W} \left| \bar{\mathrm{Cu}} = 24{,}0 \right.$$

$$\mathrm{Cu} \left| \begin{matrix} \mathrm{NiCl_2} + \mathrm{NiCl_2} \\ 100 \end{matrix} \right| \mathrm{W} + \mathrm{W} \left| \bar{\mathrm{Cu}} = 15{,}1 \right.$$

$$\mathrm{Cu} \left| \begin{matrix} \mathrm{NaCl} + \mathrm{NaCl} \\ \text{conc.} \end{matrix} \right| \begin{matrix} \mathrm{NiCl_2} + \mathrm{NiCl_2} \\ 100 \end{matrix} \left| \bar{\mathrm{Cu}} = 8{,}7;\ \text{ber. } 8{,}9. \right.$$

D) Um nun endlich noch zu zeigen, wie sich je 3 Lösungen der Chloride L, M, N gegenseitig verhalten, wurde zwischen 2 Lösungen L, M irgend eine Lösung des dritten Chlorids eingeschaltet.

Es war

$$\mathrm{Cu} \left| \begin{matrix} \mathrm{NaCl} + \mathrm{NaCl} \\ \text{conc.} \end{matrix} \right| \mathrm{W} + \mathrm{W} \left| \bar{\mathrm{Cu}} = 24{,}0 \right.$$

$$\mathrm{Cu} \left| \begin{matrix} \mathrm{NiCl_2} + \mathrm{NiCl_2} \\ 0{,}66 \end{matrix} \right| \mathrm{W} + \mathrm{W} \left| \bar{\mathrm{Cu}} = 6{,}1. \right.$$

Hieraus berechnet sich nach Gleichung III

$$\mathrm{Cu} \left| \begin{matrix} \mathrm{NaCl} + \mathrm{NaCl} \\ \text{conc.} \end{matrix} \right| \begin{matrix} \mathrm{NiCl_2} + \mathrm{NiCl_2} \\ 0{,}66 \end{matrix} \left| \bar{\mathrm{Cu}} = 17{,}9. \right.$$

Wurde nun zur Verbindung der beiden genannten Lösungen ein Heber, gefüllt mit $\mathrm{NH_4Cl}$ (0,106) angewendet, so erhielt man für die Combination

$$\mathrm{Cu} \left| \begin{matrix} \mathrm{NaCl} + \mathrm{NaCl} \\ \text{conc.} \end{matrix} \right| \begin{matrix} \mathrm{NH_4Cl} + \mathrm{NH_4Cl} \\ 0{,}106 \end{matrix} \left| \begin{matrix} \mathrm{NiCl_2} + \mathrm{NiCl_2} \\ 0{,}66 \end{matrix} \right| \bar{\mathrm{Cu}}$$

die Potentialdifferenz 18,2.

Es ist also sehr nahe

$$\mathrm{NaCl|NH_4Cl} + \mathrm{NH_4Cl|NiCl_2} = \mathrm{NaCl|NiCl_2},$$

d. h.

$$\mathrm{L|M} + \mathrm{M|N} = \mathrm{L|N} \ldots . \ \mathrm{IV}.$$

E) Die Chloride in Berührung mit $CuSO_4$.

$$Cu \,|\, \underset{\text{conc.}}{KCl} + KCl \,|\, CuSO_4 + \underset{\text{conc.}}{CuSO_4} \,|\, \bar{Cu} = 34{,}1$$

$$Cu \,|\, \underset{0{,}56}{KCl} + KCl \,|\, CuSO_4 + \underset{\text{conc.}}{CuSO_4} \,|\, \bar{Cu} = 18{,}3$$

$$Cu \,|\, \underset{\text{conc.}}{KCl} + \underset{\text{conc.}}{KCl} \,|\, \underset{0{,}56}{KCl} + \underset{0{,}56}{KCl} \,|\, \bar{Cu} = 17{,}0; \text{ ber. } 15{,}8.$$

Daher annähernd

$$L_1|CuSO_4 + CuSO_4|L_2 = L_1|L_2 \;\ldots\ldots\; V.$$

Ferner

$$\left.\begin{array}{l} Cu \,|\, \underset{\text{conc.}}{NH_4Cl} + NH_4Cl \,|\, W + W \,|\, \bar{Cu} = 29{,}3 \\ Cu \,|\, \underset{\text{conc.}}{KCl} + KCl \,|\, W + W \,|\, \bar{Cu} = 28{,}4 \\ Cu \,|\, \underset{\text{conc.}}{NaCl} + NaCl \,|\, W + W \,|\, \bar{Cu} = 27{,}0 \end{array}\right\}$$

$$\left.\begin{array}{l} Cu \,|\, \underset{\text{conc.}}{NH_4Cl} + NH_4Cl \,|\, \underset{\text{conc.}}{CuSO_4} + CuSO_4 \,|\, \bar{Cu} = 35{,}2 \\ Cu \,|\, \underset{\text{conc.}}{KCl} + KCl \,|\, \underset{\text{conc.}}{CuSO_4} + CuSO_4 \,|\, \bar{Cu} = 34{,}1 \\ Cu \,|\, \underset{\text{conc.}}{NaCl} + NaCl \,|\, \underset{\text{conc.}}{CuSO_4} + CuSO_4 \,|\, \bar{Cu} = 32{,}9. \end{array}\right\}$$

Hieraus

$$\left.\begin{array}{l} CuNH_4Cl + NH_4Cl|KCl + KCl|\bar{Cu} = 0{,}9 = a; \\ CuNH_4Cl + NH_4Cl|NaCl + NaCl|\bar{Cu} = 2{,}3 = b; \end{array}\right\} \text{und}$$

$$\left.\begin{array}{l} CuNH_4Cl + NH_4Cl|CuSO_4 + CuSO_4|KCl + KCl|\bar{Cu} = 1{,}1 = a'; \\ CuNH_4Cl + NH_4Cl|CuSO_4 + CuSO_4|NaCl + NaCl|\bar{Cu} = 2{,}3 = b'. \end{array}\right\}$$

d. h. $a = a'$; $b = b'$ oder

$$L|CuSO_4 + CuSO_4|M = L|M \;\ldots\ldots\; VI.$$

F) Die Chloride in Berührung mit Säuren.

Tabelle I. $Ag|L + L\,H_2SO_4 + H_2SO_4\,\bar{A}g = e.$

L		H_2SO_4	e
Salz	Anzahl der Gew.-T. des Salzes in 100 G.-T. H_2O	Δ	
$(NH_4)Cl$	conc.	1,067	29,4
	0,79	1,067	3,6
KCl	conc.	1,074	29,7
	conc.	1,067	28,9
	30,0	1,067	25,4
	0,5	1,067	1,4
NaCl	conc.	1,074	29,6
	der Conc. nahe	1,067	28,9
	0,82	1,069	0,0

Tabelle II. $Ag\,L + L\,HCl + HCl\,Ag = e.$

L		HCl	e
Salz	Anzahl der Gew.-T. in 100 G.-T. H_2O	Δ	
NH_4Cl	conc.	1,008	15,7
KCl	conc.	1,008	13,5
	0,56	1,008	— 9,5
NaCl	0,45	1,008	— 10,0

Tabelle III. $\underset{amalg.}{Zn}|L + L|S + S|\underset{amalg.}{\bar{Zn}} = e.$

L		Säure	e
Salz	Anzahl der Gew.-T. in 100 T. H_2O		
KCl	24,98	H_2SO_4 (1,067)	0,9
	0,70	H_2SO_4 (1,067)	— 15,0
KCl	30,00	HCl (1,008)	0,6
	0,50	HCl (1,008)	— 17,5

Tabelle IV. $Cu|L + L|H_2SO_4 + H_2SO_4|Cu = e.$

L		H_2SO_4 Δ	e
Salz	Anzahl der Gew.-T. in 100 G.-T. H_2O		
NH_4Cl	conc.	1,074	28,4
	0,11	1,074	— 0,4
KCl	conc.	1,074	28,5
	0,56	1,074	3,2
NaCl	conc.	1,074	28,7
	0,11	1,074	0,0
$NiCl_2$	100,0	1,074	21,0
	0,66	1,074	0,0

Tabelle V. $Cu\,L + L\,HCl + HCl|\overline{Cu} = e.$

Salz	L Anzahl der Gew.-T. in 100 G.-T. H_2O	HCl Δ	e
NH_4Cl	conc.	1,008	13,0
KCl	conc.	1,008	12,0
	0.56	1,008	— 9,6
NaCl	conc.	1,008	13,4
	0.45	1,008	— 8,9
$NiCl_2$	100.0	1,008	36
	0,66	1,008	— 13,8

Resultate.

Die unter A) bis F) angeführten Versuche liefern folgende Sätze:

1. Die wässerigen Lösungen der Chloride (NH_4 Cl, KCl, NaCl und $NiCl_2$, seien es verschiedenprocentige Lösungen eines Chlorids oder irgend welche Verdünnungen von Salzen verschiedener Metalle, befolgen sehr nahe das Volta'sche Spannungsgesetz [1]).

2. Dasselbe gilt auch für die Chloride in Berührung mit destillirtem Wasser oder einer wässerigen Lösung von Kupfervitriol.

1) Vgl. L. Schmidt, Pogg. Ann. Bd. 109, p. 106. 1860.

3. Ist L_1 die concentrirte Lösung, L_2 eine verdünnte Lösung eines Chlorids aus der oben angeführten Reihe, so wird die Potentialdifferenz c der Combination

$$M|L_1 + L_1|L_2 + L_2|M \qquad (M = Ag \text{ oder } Cu)$$

im allgemeinen um so grösser, je geringer die Löslichkeit des betr. Salzes ist.

4. Dem Potentialunterschiede

$$M|L_1 + L_1|L_2 + L_2|\overline{M} = + c$$

entspricht ein Strom in der Richtung von L_1 zu L_2.

a) Sind nun L_1 und L_2 Lösungen eines Chlorids, L_2 die specifisch leichtere, so geht der Strom im Innern der Combination in der Richtung von der specifisch schwereren zur specifisch leichteren Salzlösung.

b) Substituirt man für L_2 destillirtes Wasser oder eine $CuSO_4$-Lösung, so erhält man einen Strom in der Richtung vom Chlorid zum Wasser, bez. $CuSO_4$.

c) Die Richtung des Stromes ist für die Elektroden Silber, Kupfer oder Zink die nämliche.

5. Die Chloride

$$(NH_4)Cl,\ KCl,\ NaCl \text{ und } NiCl_2$$

in Berührung mit verdünnten Säuren (H_2SO_4, HCl) befolgen das Volta'sche Spannungsgesetz nicht.

6. In der Combination

$$\left.\begin{matrix} Ag \\ Cu \end{matrix}\right\} L + L|H_2SO_4 + H_2SO_4 \left\{\begin{matrix} \overline{Ag} \\ \overline{Cu} \end{matrix}\right. = e$$

geht der Strom vom Chlorid zur Schwefelsäure; e ist am grössten, wenn L concentrirt und kommt der Null nahe, wenn die Lösung verdünnt ist.

Dagegen hat in der Combination

$$\begin{matrix}\text{Zn}\\ \text{amalg.}\end{matrix} \Big| \; L + L \; \Big| \; H_2SO_4 + H_2SO_4 \; \Big| \; \begin{matrix}\overline{\text{Zn}}\\ \text{amalg.}\end{matrix} = e$$

der Strom die Richtung von der Säure zum Chloride; und während e für L = conc. sehr klein ist, wächst e mit Verdünnung der Lösung.

7. Das Element

$$\left.\begin{matrix}\text{Ag}\\ \text{Cu}\end{matrix}\right\} L + L|HCl + HCl \left\{\begin{matrix}\overline{\text{Ag}}\\ \overline{\text{Cu}}\end{matrix}\right.$$

liefert einen Strom in der Richtung von L zu HCL, wenn L conc., einen Strom in entgegengesetzter Richtung, wenn L sehr verdünnt ist.

G) Wenn man zwei Flüssigkeiten F_1 und F_2 einmal mit dem Metalle M_1, ein zweites Mal mit dem Metalle M_2 in Berührung bringt und hiebei die elektromotorischen Kräfte a_1 und a_2 erhält, d. i.

$$M_1|F_1 + F_1|F_2 + F_2|M_1 = a_1$$
$$M_2|F_1 + F_1|F_2 + F_2|M_2 = a_2,$$

so liefert die Differenz $a_1 - a_2$ das Mass für die Differenz der Potentialunterschiede

$$\left\{ M_2|F_2 + F_2|M_1 \right\} - \left\{ M_2|F_1 + F_1|M_1 \right\}.$$

Diess folgt einfach durch Subtraction der beiden Gleichungen für a_1 und a_2, wurde aber, um früher gewonnene Resultate zu prüfen, auch experimentell bestätigt.

Die hierauf bezüglichen Beobachtungen sind die folgenden:

$$\left.\begin{array}{lllll} \text{a) Ag} & \begin{matrix}NH_4Cl + NH_4Cl\\ \text{conc.}\end{matrix} & \begin{matrix}W + W\end{matrix} & \overline{\text{Ag}} = 35{,}2 = a_1 \\ \text{Cu} & \begin{matrix}NH_4Cl + NH_4Cl\\ \text{conc.}\end{matrix} & \begin{matrix}W + W\end{matrix} & \overline{\text{Cu}} = 29{,}3 = a_2 \end{array}\right\}$$

$$\left.\begin{array}{lll} \text{Cu} & W + W & \overline{\text{Ag}} = 19{,}2 \\ \text{Cu} & \begin{matrix}NH_4Cl + NH_4Cl\\ \text{conc.} \quad\quad \text{conc.}\end{matrix} & \overline{\text{Ag}} = 13{,}1 \end{array}\right\}$$

Somit

$$Cu \,|\, W \,|\, \bar{Ag} - Cu \,|\, \underset{conc.}{NH_4Cl} \,|\, \bar{Ag} = 6{,}1;\ \text{berechn. } 5{,}9.$$

$$\left.\begin{array}{l} b)\ Ag \,|\, \underset{conc.}{KCl + KCl} \,|\, W + W \,|\, \bar{Ag} = 33{,}5 \\ \quad Cu \,|\, \underset{conc.}{KCl + KCl} \,|\, W + W \,|\, \bar{Cu} = 28{,}4 \end{array}\right\}$$

$$Cu \,|\, \underset{conc.\quad conc.}{KCl + KCl} \,|\, \bar{Ag} = 13{,}2.$$

$$Cu \,|\, W \,|\, \bar{Ag} - Cu \,|\, \underset{conc.}{KCl} \,|\, \bar{Ag} = 6{,}0;\ \text{berechn. } 5{,}1.$$

$$\left.\begin{array}{l} c)\ Ag \,|\, \underset{conc.}{NaCl + NaCl} \,|\, W + W \,|\, \bar{Ag} = 29{,}8 \\ \quad Cu \,|\, \underset{conc.}{NaCl + NaCl} \,|\, W + W \,|\, \bar{Cu} = 27{,}0 \end{array}\right\}$$

$$Cu \,|\, \underset{conc.\quad conc.}{NaCl + NaCl} \,|\, \bar{Ag} = 17{,}0$$

$$Cu \,|\, W \,|\, \bar{Ag} - Cu \,|\, \underset{conc.}{NaCl} \,|\, \bar{Ag} = 2{,}2;\ \text{berechn. } 2{,}8.$$

$$\left.\begin{array}{l} d)\ Ag \,|\, \underset{conc.\quad conc.}{NaCl + NaCl} \,|\, \underset{0{,}5\quad 0{,}5}{NaCl + NaCl} \,|\, \bar{Ag} = 15{,}8; \\ \quad Cu \,|\, \underset{conc.\quad conc.}{NaCl + NaCl} \,|\, \underset{0{,}5\quad 0{,}5}{NaCl + NaCl} \,|\, \bar{Cu} = 16{,}1. \end{array}\right\}$$

$$\left.\begin{array}{l} Cu \,|\, \underset{conc.\quad conc.}{NaCl + NaCl} \,|\, \bar{Ag} = 17{,}0 \\ Cu \,|\, \underset{0{,}5\quad 0{,}5}{NaCl + NaCl} \,|\, \bar{Ag} = 16{,}5. \end{array}\right\}$$

$$Cu \,|\, \underset{conc.}{NaCl} \,|\, \bar{Ag} - Cu \,|\, \underset{0{,}5}{NaCl} \,|\, \bar{Ag} = 0{,}5;\ \text{berechn. } 0{,}3.$$

$$e)\quad \begin{array}{c|c|c|

Um diese beiden Sätze experimentell zu bestätigen, beginne ich mit dem Elemente

$$Zn|KCl + KCl|CuSO_4 + CuSO_4|Cu,$$

welches zwei Flüssigkeiten enthält, die dem Spannungsgesetze folgen.

a) $\begin{array}{c|c|c|c} \textbf{Zn} & \textbf{KCl} + \textbf{KCl} & \textbf{CuSO}_4 + \textbf{CuSO}_4 & \textbf{Cu} = \textbf{E}. \\ \textbf{amalg.} & & & \end{array}$

Vorbemerkungen:

Die Chlorkaliumlösung L_1 war concentrirt, L_2 enthielt 0,56 Gew.-T. in 100 Gew.-T. Wasser. $CuSO_4$ war gesättigt.

Zimmertemperatur: 16,6° — 16,9°; Temperatur der Lösungen: 15,3° — 15,5°.

1. Zn KCl|Cu.

$$\begin{array}{c|c|c} Zn & KCl & \bar{Cu} = 61{,}9 = a_1 \\ & conc. & \\ Zn & KCl & \bar{Cu} = 66{,}0 = a_1'. \\ & 0{,}56 & \end{array}$$

2. Cu KCl + KCl|Cu SO₄ + Cu SO₄|Cu.

$$\begin{array}{c|c|c|c} Cu & KCl + KCl & CuSO_4 + CuSO_4 & Cu = 34{,}0 = b_1 \\ & conc.\ \ conc. & conc.\ \ conc. & \\ Cu & KCl + KCl & CuSO_4 + CuSO_4 & \bar{Cu} = 18{,}3 = b_1'. \\ & 0{,}56\ \ 0{,}56 & conc.\ \ conc. & \end{array}$$

3. Zn|KCl + KCl|Cu SO₄ + Cu SO₄|Cu.

$$\begin{array}{c|c|c} Zn & KCl + KCl & CuSO_4 + CuSO_4 & \bar{Cu} = E_1 = 96{,}1;\ \text{ber. } 95{,}9 \\ & conc. & conc. & \\ Zn & KCl + KCl & CuSO_4 + CuSO_4 & \bar{Cu} = E_2 = 84{,}7;\ \text{ber. } 84{,}3. \\ & 0{,}56\ \ 0{,}56 & conc. & \end{array}$$

Daher $E_1 = a_1 + b_1$

$E_2 = a_1' + b_1'$ und

$$E_1 - E_2 = 11{,}4 = Zn \left| \begin{array}{c} KCl + KCl \\ conc.\ \ conc. \end{array} \right| \begin{array}{c} KCl + KCl \\ 0{,}56\ \ 0{,}56 \end{array} \left| \bar{Zn}\ (= 12{,}0). \right.$$

Es nimmt also die elektromotorische Kraft des Elements

$$Zn|KCl + KCl|CuSO_4 + CuSO_4|Cu$$

mit Verdünnung der Chlorkaliumlösung ab[1]).

Ueber die zweite Art der Zusammensetzung des genannten Elements aus

$$Zn|CuSO_4 + CuSO_4|Cu$$
$$+ Zn|KCl + KCl|CuSO_4 + CuSO_4|Zn$$

konnten keine Versuche angestellt werden, da sich Zink beim Einsenken in Kupfervitriollösung sofort mit metallischem Kupfer beschlägt, die Lösung also in der Nähe des Zinks sich sehr rasch ändert.

b) $\text{Zn amalg.} \,|\, ZnSO_4 + ZnSO_4 \,|\, CuSO_4 + CuSO_4 \,|\, Cu = E.$

Vorbemerkungen:

$L_1 = ZnSO_4$ concentrirt; $\Delta = 1{,}463$; $t = 17{,}2$.

$L_2 = 0{,}62$ Gew.-T. Zinkvitriol ($ZnSO_4 + 7H_2O$) in 100 Gew.-T. Wasser; $\Delta = 1{,}005$; $t = 16{,}7^0$.

$F = CuSO_4$ concentrirt; $\Delta = 1{,}186$; $t = 17{,}2^0$.

Temperatur der Lösungen: $15{,}3^0 - 17{,}3^0$.

1. $Zn|ZnSO_4|Cu$.

Zn	$ZnSO_4$ 0,62	$\bar{C}u$ = 82,6	Mittel = 82,4 = a_1.
		82,9	
		81,9	
		82,2	
		82,2	
Zn	$ZnSO_4$ conc.	$\bar{C}u$ = 80,5	Mittel = 80,5 = a_1'.
		80,4	

1) G. Baumgartner, Carl's Repert. XV. 105 – 113. 1879.

2. $Cu\,ZnSO_4 + ZnSO_4|CuSO_4 + CuSO_4|Cu.$

Cu	$ZnSO_4 + ZnSO_4$ 0,62	$CuSO_4 + CuSO_4$ conc.	$\bar{Cu} = 7{,}6$	Mittel = 7,6 = b_1.
			7,4	
			7,7	
			7,6	
			7,9	
Cu	$ZnSO_4 + ZnSO_4$ conc.	$CuSO_4 + CuSO_4$ conc.	$\bar{Cu} = 6{,}7 = b_1'$.	

3. $Zn|ZnSO_4 + ZnSO_4|CuSO_4 + CuSO_4\,Cu.$

Zn	$ZnSO_4 + ZnSO_4$ 0,62	$CuSO_4 + CuSO_4$ conc.	$\bar{Cu} = 90{,}2$	Mittel = 90,2 = E_1.
			89,9	
			90,4	
			90,1	
Zn	$ZnSO_4 + ZnSO_4$ conc.	$CuSO_4 + CuSO_4$ conc.	$\bar{Cu} = 86{,}4$	Mittel = 86,7 = E_2.
			86,8	
			87,0	

4. $Zn\,L_2 + L_2\,L_1 + L_1|Zn$ = 3,9
L_2 = 0,62 — 4,0
L_1 = conc. — 3,9
3,9 — Mittel = 3,9.

Zn	$ZnSO_4 + ZnSO_4$ 0,62	$H_2O + H_2O$	$\bar{Zn} = 21{,}3$	Mittel = 21,4.
			21,4	
			21,6	
Zn	$ZnSO_4 + ZnSO_4$ conc.	$H_2O + H_2O$	$\bar{Zn} = 17{,}1$	Mittel = 17,5.
			17,9	

Folgerungen:

1. Das Spannungsgesetz gilt für verschiedene Lösungen von Zinkvitriol in Berührung mit Wasser.

2. In der Combination

$$Zn|L_2 + L_2|L_1 + L_1|\bar{Z}n = +c$$

geht der Strom von der verdünnten zur concentrirten Lösung[1]), in der Combination

$$Zn|L + L|W + W|\bar{Z}n$$

vom Zinkvitriol zum Wasser.

	beob.	ber.
3. $a_1 + b_1 = E_1$	90,2;	90,0.
$a_1' + b_1' = E_2$	86,7;	87,2.

4. $E_1 - E_2$ (3,5) $= Zn|L_2 + L_2|L_1 + L_1|Zn$ (3,0).

Hieraus folgt die Giltigkeit des Spannungsgesetzes für Lösungen von Zink- und Kupfersulfat.[2]).

5. Die Potentialdifferenz der Combination

$$Zn|ZnSO_4 + ZnSO_4|CuSO_4 + CuSO_4|Cu$$

nimmt mit Verdünnung der Zinkvitriollösung zu[3]).

Ich beschränke mich auf Mitteilung dieser Versuche, indem ich mir die Veröffentlichung einer Reihe weiterer Untersuchungen über die hier nicht erwähnten Chloride vorbehalte.

Endlich sei es mir noch gestattet, an dieser Stelle dem Vorstande unseres Laboratoriums, Herrn Prof. Dr. W. v Beetz, für die freundliche Unterstützung mit Rat und That meinen innigsten Dank auszusprechen.

1) A. Eccher, N. Cim. (3) V, p. 5—34. 1879. Beiblätter 1879, p. 517.
J. Moser, Wiedem. Ann. Bd. III. p. 216. 1878.
2) Wild, Pogg. Ann. Bd. 103, p 353. 1858.
3) Svanberg, Pogg. Ann. Bd. 73, p. 290. 1848.
Streintz, Wien. Ber. LXXVII, 21. März 1878. Separat-Abzug p. 3.

Verzeichniss der eingelaufenen Büchergeschenke.

Vom naturwissenschaftlichen Verein für Sachsen und Thüringen in Halle a. S.

Zeitschrift für die gesammten Naturwissenschaften. Bd. 52 in 6 Heften. Berlin 1880. 8⁰.

Von der k. k. geologischen Reichsanstalt in Wien:

Jahrbuch. Jahrg. 1880. 3. Bd. 1880. 4⁰.

Vom Verein für Naturkunde in Cassel:

26. und 27. Bericht für die Jahre 1878—1880. 8⁰.

Von der k. Sternwarte in Prag:

Astronomische, magnetische und meteorologische Beobachtungen im Jahre 1879. 40. Jahrg. 1880. 4⁰.

Von der deutschen chemischen Gesellschaft in Berlin:

Berichte. Jahrg. XIII. 1880. 8⁰.

Von der Ministerialkommission zur Untersuchung der deutschen Meere in Kiel:

Ergebnisse der Beobachtungsstationen. Jahrg. 1879. Heft XII. Berlin 1880 quer 4⁰.

Von der Medical and chirurgical Society in London:

Medico-chirurgical Transactions. II. Series. Vol. 44. 1879. 8⁰.

Von der Geological Society in London:

The quarterly Journal. Vol. 36. 1880. 8°.

Von der Royal Astronomical Society in London:

Memoirs. Vol. 41. 1879. 4°.

Vom New Zealand Institute in Wellington:

Transactions & Proceedings. 1875—79. 8°.

Von der Akademie der Wissenschaften in Krakau:

a. Fizyografija. Tom. 13. 1879. 8°.
b. Rozprawy matemat. Tom. 6. 1880. 8°.

Von der American geographical Society in New-York:

Journal. Vol. 10. 1878. 8°.

Vom Dudley-Observatory in Albany, New-York:

Declinations of fixed Stars by Lewis Ross.

Von der Redaction des American Journal in New-Haven:

The American Journal of Science and Arts. 1879. 8°.

Von der Société botanique de France in Paris:

Bulletin. Tom. XXVII. 1880. 8°.

Von der Société entomologique de Belgique in Brüssel:

Annales. Tom. XXII. 1879. 8°.

Von der Entomologisk Förening in Stockholm:

Entomologisk Tidskrift. Bd. I. 1880. 8°.

Von der Zoological Society in London:

a. Proceedings 1880. Part. I. 8°.

b. Transactions. Vol. XI. 1879—80. 4°.
c. List of the vertebrated Animals in the Gardens of the Zoological Society. First Supplement 1879. 8°.

Von der Redaktion der Chemiker-Zeitung in Cöthen:

a. Chemiker-Zeitung. Jahrgang 4. 1880. Nr. 27 — 32. 1880. Folio.
b. Nr. 33. 34. 36. 37. 38. 39—45. 1880. 4°.

Von der Société de géographie in Paris:

Bulletin Mars, Avril, Juin 1880. 8°.

Von der Biblioteca nazionale in Florenz:

Publicazioni del R. Istituto di studi superiori. Sezione di scienze fisiche, 5 Hefte. 1877—79. 4°.

Von der k. Akademie der Wissenschaften in Amsterdam:

Verhandlungen. Afd. Naturkunde Bd. XIX.

Von der Administration des mines en Finlande in Helsingfort:

Finlands geologiska Undersökning. Kartbladet Nr. 2 nebst Beskrifning, af K. Ad. Moberg. 1880. 8°.

Vom Observatory in Adelaide (South-Australia).

Meteorological Observations made at the Adelaide Observatory during the year 1878. 1879 Fol.

Vom Observatorio de marina in San Fernando.

Almanaque niutico para 1881 und 1882. Madrid 1879—80. 8°.

Von der Philosophical Society in Washington:

Bulletin Vol. I—III. 1874—1880. 8°.

Vom physicalischen Verein in Frankfurt a/M.:

Jahresbericht für das Jahr 1878—79. 1880. 8°.

Vom Observatory in Batavia:

Regenwaarnemingen in Nederlandsch-Indie. 1. Jahrg. 1879. 1880. 8°.

Von der American medical Association in Washington:

Transactions. Vol. XXX. Philadelphia 1879. 8°.

Von der American pharmaceutical Association in Philadelphia:

Proceedings of the 27 annual Meeting held in Indianopolis 1879. 1880. 8°.

Von der American Academy of Arts and Sciences in Boston:

Proceedings. Vol. XV. 1880. 8°.

Von der Academy of natural sciences in Philadelphia:

Proceedings Part. I—III. 1879. 8°.

Von der Boston-Society of natural History in Boston:

a. Proceedings. Vol. XX. 1879—80. 8°.
b. Memoirs. Vol. III. Part. I. 1879. 4°.
c. Occasional Papers III. Contributions to the Geology of Eastern Massachusetts by Will. O. Crosby. 1880. 8°.

Von der Academy of science in St. Louis:

Transactions. Vol. IV. 1880. 8°.

Vom Departement of the Interior in Washington:

Report of the U. S. Geological Survey of the Territories by T. V. Hayden. Vol. XII. 1879. 4°.

Vom United States Naval Observatory in Washington:

a. Washington Astronomical Observatorions for 1876. Appendix I. 1879. 4°.

b. Cataloque of the Library of the U. S. Naval Observatory, Washington. 1879. 4⁰.

Vom Departement of Statistics and Geology in Indianopolis:

First anual Report 1879. 1880. 8⁰.

Von der Royal Society of Victoria in Melbourne:

Transactions and Proceedings. Vol. XVI. 1880. 8⁰.

Von der Société botanique de France in Paris:

Bulletin. Tom. 26. Session extraordinaire à Aurillax 1879. 1880. 8⁰.

Von der deutschen Gesellschaft für Natur- und Völkerkunde Ostasiens in Jokohama:

Mittheilungen Juni 1880. Fol.

Von der Coast Survey Office in Washington:

Report of the U. S. Coast Survey for 1876. Text und Taf. 2 voll. 1879. 4⁰.

Von der Sociedad de geografia in Mexico:

Boletin. Tomo 5. 1880. 8⁰.

Vom Astronomical Observatory of Harvard College in Chambridge, Mass:

a. Annals. Vol. XII. 1880. 4⁰.
b. Catalogue of 618 Stars by Will. A. Rogers in Chambridge, Mass. 1880. 4⁰.

Von der k. Gesellschaft der Wissenschaften in Upsala:

Bulletin météorologique mensuel. Vol. VIII & IX. Année 1876—77. 1878. 4⁰.

Vom Herrn C. A. F. Peters in Kiel:

Astronomische Nachrichten Bd. 95 und 96. 1879—80. 4°.

Vom Herrn Albert R. v. Miller-Hauenfels in Graz:

Die Dual-Funktionen und die Integration. 1880. 8.

Vom Herrn Julius v. Haast in Christchurch, Neuseeland:

Geology of the Provinces of Canterbury and Westland, New Zealand. 1879. 8°.

Vom Herrn Delesse in Paris:

Carte agronomique du Département de Seine et Marne. 1880. 8'

Vom Herrn Giovanni Omboni in Padova:

Il gabinetto di mineralogica e geologica della R. Universit di Padova. 1880. 8°.

Vom Herrn F. Louis Oliveres y de Boncu in Badajoz:

De la cloralizacion en la extraccion de las cataratas. 1880. 8'

Vom Herrn F. Sandberger in Würzburg:

Ueber die Bildung von Erzgängen mittelst Auslaugung de Nebengesteins. Berlin 1880. 8°.

Vom Herrn Aug. Henry Wartmann in Genf:

Recherches sur l'enchondrome. 1880. 8°.

Vom Herrn Augustino Todaro in Palermo:

Hortus botanicus Parormitanus. Text p. 73—90. Tafel 19—24 Titel und Index. 1875—80. Fol.

Vom Herrn Edward J. Morse in Salem, Mass:

The Omori Shell Mounds. London 1880. 8°.

Sitzungsberichte
der
königl. bayer. Akademie der Wissenschaften.

Mathematisch-physikalische Classe.

Sitzung vom 8. Januar 1881.

Herr A. Vogel trägt vor:

„Beitrag zur Kenntniss des Copal's."

Bei den so überaus verschiedenen Copalsorten des Handels ist die bisher übliche einfache Bezeichnung „Copal" thatsächlich viel zu allgemein gefasst.

Schon Berzelius erwähnt in seinem Lehrbuche[1]) drei Sorten von Copal. Die eine findet sich nach seiner Angabe in Westindien, eine andere in Ostindien, eine dritte endlich wird auf der Küste von Guinea aus dem Sande gegraben. Später beschreibt Schindler[2]) unter den im Handel vorkommenden Copalsorten ostindischen, auch afrikanischen oder weichen Copal. Altes Terpentinöl äussert auf denselben geringe Einwirkung, frischeres löst ihn zu gleichen Gewichtstheilen, und rektificirtes oder mit Schwefel digerirtes Terpentiöl kann das doppelte Gewicht davon auflösen. In altem Rosmarinöl quillt dieser Copal nur auf,

1) Bd. VII. S. 53.
2) Le Technologiste, Fevr. 1850. S. 238.

von frischem Rosmarinöl dagegen wird er in jedem Verhältnisse klar gelöst. Der nämliche Autor führt dann westindischen oder amerikanischen, auch harten Copal an. Von letzterem löst selbst absoluter Alkohol nur sehr geringe Mengen auf. Rektificirtes Terpentinöl löst auch nach langer Digestion nur geringe Quantitäten davon auf, selbst frisches Rosmarinöl bringt diese Sorte nur zum Aufquellen, ohne sie zu lösen. Westindischer, auch Insektencopal verhält sich zu Lösungsmitteln wie der harte, ohne aber dessen nützliche Eigenschaften zu besitzen, so dass er kaum brauchbar erscheint.

Auch über Ursprung und Heimath der Copale war man lange Zeit nichtsweniger, als im Klaren. Eine genaue und ausführliche, von grosser Sachkenntniss zeugende Nachricht darüber gibt uns erst C. H. Worlée[1]). Er unterscheidet

1. Copal von Zanguebar, ostindischen, Bombay-, Salem-Copal. Letzterer ist der härteste von allen Sorten und liefert den dauerhaftesten Lack, weshalb er in England fast ausschliesslich zur Herstellung des bekannten englischen Wagenlacks benützt wird. Fast ebenso hart wie Bernstein lässt er sich in ähnlicher Weise bearbeiten und findet daher auch zu Schmuck- und Drechslerarbeiten Anwendung.

Diesem an Werth und Eigenschaften sehr nahe stehend, ist der Copal von Benguela, etwas geringer der Copal von Angola und jener von Accra, der den Uebergang zu den weicheren bildet.

2. Westafrikanische Copalsorten. Zu diesen gehört in erster Linie der Kugelcopal, gewöhnlicher westindischer genannt, obgleich er zum grössten Theil von Afrika's Westküste und nur in verhältnissmässig geringer Menge von Westindien, Brasilien und Mittelamerika exportirt wird. Er ist sehr weich, bedarf nicht so grosser Hitze beim

1) Polytechnisches Notizblatt 1864. Nro. 1.

Schmelzen und liefert sehr helle Lacke. Australien erzeugt den Kowrie-Copal, der in grösster Menge im Handel anzutreffen ist. Härter als der vorige gibt er einen sehr brauchbaren Lack.

3. Copal von Manilla in zwei Sorten. Der harte ist sehr ähnlich dem Kowrie-Copal, aber etwas härter und schwerer schmelzbar, als dieser. Der weichste und berüchtigste ist der weiche Manilla-Copal. Diess ist die einzige Sorte, die ohne vorher durch Schmelzen in ihrer chemischen Constitution verändert zu sein, sich in Alkohol lösen lässt. Er gibt übrigens einen glänzenderen und härteren Lack, als Sandarak und ist ausserdem vollkommen farblos.

Anknüpfend hieran bespricht Henkel[1]) ebenfalls die Copalsorten und einige verwandte Harze Ostindiens.

1. Afrikanischer Copal. Hierher gehört der an der Ostküste von Afrika und Madagaskar gesammelte von Hymenaea verucosa und Trachylobium Petersionum Klotsch abgeleitete und fälschlich als ostindischer Copal bezeichnete. Ferner die von der Westküste Afrika's exportirten Sorten, Angola-, Zanzibar-, Sierra-Leone-, Sudan-, Cowara-, Congo-Copal. Daniell behauptet auf Grund eigener Anschauung an Ort und Stelle, dass der sogenannte Benguela-Copal sich der Qualität nach den geringeren Sorten des Sierra Leone-Copal nähere.

2. Amerikanischer Copal. Er umfasst die weicheren und geringeren Copalsorten, wie den mexikanischen, brasilianischen und südamerikanischen Copal.

3. Australischer Copal; er enthält nur eine Sorte, Kowree- oder Cauri-Copal.

4. Ostindischer Copal, unter dem Namen Manilla-Copal, eine Reihe der verschiedensten Harzsorten unbestimmten Ur-

1) Neues Jahrbuch für Pharmacie Bd. 21. S. 193.

sprungs enthaltend. Zu den copalartigen Harzen werden auch die Dammarharze gezählt.

Welwitsch[1]) führt an, dass der Copal zum grössten Theile in der Provinz Benguela, südlich vom Cuanzaflusse in sandigem Boden oft bis auf 8′ bis 10′ Tiefe gegraben werde. Er hält den westafrikanischen Copal für die Ausschwitzung eines fossilen Baumes und ist daher geneigt, alle westafrikanischen Copale als fossile Harze zu bezeichnen. In der That zeigen auch manche Copalsorten bezüglich ihrer chemischen und physikalischen Eigenschaften, sowie ihrer Destillationsprodukte auffallende Aehnlichkeit mit dem fossilen Bernsteinharz. Wegen der grossen Verschiedenheiten aber haben die Copale bei ihrer Verwendung vielfache Klage bezüglich ihrer „Widerspänstigkeit" veranlasst. So verschieden nämlich die Copale in Hinsicht auf Abstammung und Alter bei ihrem wenigstens theilweise fossilen Charakter sind, so verschieden verhalten sie sich auch in ihren physikalischen und chemischen Eigenschaften; deshalb lassen die an der einen Copalsorte festgestellten Beobachtungen keine Verallgemeinerung zu, um so weniger, als die Copale nicht immer rein, sondern auch gemengt und selbst verfälscht im Handel vorkommen.

Die Eigenschaften des Copals, wie solche Berzelius schildert[2]), haben hiernach keineswegs auf alle Copalsorten Geltung, sondern beziehen sich im Einzelnen nur auf gewisse Copalsorten; aus der Angabe des specifischen Gewichtes, welches nach Berzelius von 1,045 bis 1,139 wechselt, gibt sich schon von vornherein zu erkennen, dass hier von mannichfachen Copalsorten die Rede ist. Die angeführte Erfahrung, dass campherhaltige Alkoholdämpfe sich ganz besonders eignen, Copal in Lösung zu bringen, ist schon

1) Ueber den Ursprung und die geographische Vertheilung des Copal's in Angola. Neues Jahrbuch der Pharmacie B. 26. S. 174.

2) Lehrbuch der Chemie, B. VII. S. 53.

von Bindheim[1]) benützt worden, um auf die beste Art Copal in Weingeist zur Gewinnung von Copalfirniss zu lösen. Allein auch diess glückte nur mit einigen Copalsorten; mit allen Arten, sagt Berzelius, „geht es nicht." Aehnliche Beobachtungen liegen auch von Anderen vor.

Böttger[2]) gibt eine Vorschrift zur Bereitung eines sehr leicht und schnell anzufertigenden geistigen Copalfirnisses. Hiezu wird, um den Copal aufzuquellen, campherhaltiger Aether verbraucht, jedoch mit dem Bemerken, dass bekanntlich der zuvor nicht geschmolzene oder längere Zeit der Luft ausgesetzte Copal nur zum Theil in reinem oder campherhaltigem Aether oder in anderen äther- und alkoholhaltigen Flüssigkeiten löslich sei.

Auch die blosse Einwirkung von Alkoholdampf auf Copal hat sich nicht unter allen Umständen bewährt. Von Maas[3]) gibt an, von dem holländischen Glasarbeiter Demmenie ein Verfahren kennen gelernt zu haben, Copal unmittelbar in Weingeist und Terpentinöl aufzulösen und zwar durch Einwirkung von Alkoholdämpfen auf Copalstücke. Vogelsang[4]) glaubt durch seine Versuche zu dem nämlichen Resultat gelangt zu sein; aber Trommsdorf selbst bemerkt in einer Notiz zu dieser Abhandlung, dass ihm die angegebene Methode ebensowenig wie Anderen gelungen. Offenbar hängt diess mit dem Umstande zusammen, dass mit verschiedenen Copalsorten gearbeitet wurde. Eine wichtige und interessante Beobachtung rührt von Kastner[5]) her. Wird nämlich zu einer mit Aether aufgequollenen syrupdicken Copalmasse erwärmter Alkohol in kleinen Portionen allmälig zugegeben, so löst sich der Copal vollständig auf und

1) Rhapsodien der philosophischen Pharmakologie 1785. B. VIII. S. 61.
2) Neues Jahrbuch für Pharmacie. B. XXVIII. S. 225.
3) Trommsdorf Journal der Pharmacie. B. XI. S. 294.
4) Trommsdorf Journal der Pharmacie. II. 17. S. 103.
5) Trommsdorf Journal der Pharmacie XIII. 1. S. 49.

kann durch Alkoholzusatz beliebig verdünnt werden. Setzt man aber kalten Alkohol auf einmal zu, so gerinnt der gelöste Copal, ohne sich, mit Ausnahme von erwärmten campherhaltigen Aether, wieder zu lösen.

Dieselbe Erfahrung erwähnt Unverdorben (a. a. O.). Seine überaus zahlreichen Versuche beziehen sich vorzugsweise auf das Verhalten des Copal's zu Ammoniak und den Alkalien. Er fand, dass man besonders bei gelinder Wärme behutsam geschmolzenen Copal in allmälig zugesetztem und vorher erwärmtem Terpentinöl leicht lösen kann, dass aber auch hier, wenn das Lösungsmittel auf einmal zur Anwendung kömmt, der Copal coagulirt und sich nicht mehr löst. Die Coagulation ist überhaupt ein Hinderniss der Lösung. Dieses Hinderniss der Lösung wurde auch von Hennebutte[1]) beobachtet. Bei Angabe eines Verfahrens der Reinigung des Copal's zur Firnissbereitung bezeichnet er als die Bestandtheile des Copal's zwei Harze, ein auflösliches und ein unauflösliches. Durch Destillation oder Erhitzen im Wasserbade mittelst überhitzten Wasserdampfes wird nach seiner Meinung der unauflösliche Theil verflüchtigt. Er fügt bei, dass nach den bisherigen Erfahrungen hauptsächlich der ostindische Copal bei der Behandlung mit Weingeist, Aether und Terpentinöl eine unauflösliche gallertartige Masse liefere, während der westindische Copal sich ganz oder grösstentheils in diesen Lösungsmitteln auflöst. Während Hennebutte (a. a. O.) von zwei Harzen spricht, betrachtet Unverdorben den afrikanischen Copal nach seinen Versuchen aus fünf Harzen bestehend und erwähnt, dass nach seiner Erfahrung die in Alkohol, Aether und Oelen unlöslichen Harze bei längerem Aufbewahren in einer nicht vollgefüllten Flasche unter wasserfreien oder mit etwas Aether vermischtem Alkohol Sauerstoff absorbiren und in die lös-

1) Dingler's polytechnisches Journal B. 138. S. 155.

lichen Modificationen übergehen. Ich werde später meine eigenen Versuche über die Annahme einer Sauerstoffabsorption und dadurch bedingten grösseren Löslichkeit anzuführen Gelegenheit nehmen. Unverdorben gelangt hiernach zu dem natürlichen Schluss, dass der frische erst ausgeflossene Copal nicht schon von vornherein alle die verschiedenen Harze fertig gebildet enthalte, sondern dass dieselben vielmehr durch den Einfluss der Luft erzeugt worden sind. Als Beweis für den Oxydationsvorgang des Copal's wird auch die auffallende Wirkung der Campheröle wie Cajeputöl, einige Brandöle u. a. als vorzügliche Lösungsmittel für Copal erwähnt. Die Campheröle besitzen, wie man weiss, nach Schönbein's Untersuchungen das Vermögen, den gewöhnlichen Sauerstoff zu ozonisiren und sich mit Ozon zu vereinigen, wodurch sie zu kräftigen oxydirenden Agentien werden [1]).

Im Allgemeinen ist die Ansicht vorherrschend, dass die Löslichkeit des Copal's durch ein Mehr von Sauerstoff bedingt werde. Schlossberger erwähnt drei verschiedene Harze aus dem Copal und bezeichnet ihre prozentige Zusammensetzung wie folgt:

1) $C_{40} H_{31} O_5$
2) $C_{40} H_{31} O_3$
3) $C_{40} H_{31} O_2$.

Was nun die Löslichkeitsverhältnisse dieser drei Harze betrifft, so ist Nro. 1 in absolutem Alkohol vollommen löslich, Nro. 2 in Alkohol und Aether unlöslich, Nro. 3 unlöslich in allen gewöhnlichen Lösungsmitteln für organische Körper. Hiernach stünde offenbar die Löslichkeit des Copal's in einem gewissen Zusammenhange mit seinem Sauerstoffgehalte, d. h. je mehr ein Copalharz Sauerstoff enthält, um so bedeutender ist seine Löslichkeit in Alkohol und umgekehrt.

---

1) Beiträge zur näheren Kenntniss des Sauerstoffs. Neues Jahrb. der Pharm. B. 12. S. 139.

Schon vor Jahren habe ich eine Versuchsreihe über Copal veröffentlicht [1]), zunächst mit mehr technischer Tendenz, welche auch die elementare Zusammensetzung des Copal's in Betracht gezogen. Diese Versuche sind seitdem allerdings mit Unterbrechungen vielfach erweitert und ausgedehnt fortgesetzt worden. Die Theilnahme und Unterstützung, welche mein Freund Professor Dr. L. Raab der Arbeit zugewendet, verpflichtet mich zu besonderem Danke.

Die Behandlung einer käuflichen Copalsorte mit absolutem Alkohol, bis dass der Alkohol nichts mehr daraus aufnahm, ergab dessen Zusammensetzung aus

62 Proc. unlöslichen Harzes und
38 Proc. löslichen Harzes.

Die Behandlung einer zweiten Sorte aus einer anderen Quelle bezogenen Copal's

zu 60 Proc. unlöslichen und
40 Proc. löslichen Harzes.

Mehrere durch Verbrennen mit Kupferoxyd ausgeführte Elementaranalysen dieser beiden, durch ihre verschiedene Löslichkeit in Alkohol scharf abgegränzten Bestandtheile des Copal's geben folgendes Resultat:

I. Unlösliches Harz.		II. Lösliches Harz.	
C	78,55	C	77,22
H	10,12	H	10,80
O	11,33	O	11,38.

Die Vergleichung der beiden Zusammensetzungen zeigt, dass zwar in dem löslichen Harze eine etwas grössere Sauerstoffmenge vorhanden war, aber doch keineswegs von solcher Bedeutung, dass der mächtige Unterschied dieser beiden Harze im Verhalten zum Alkohol hieraus erklärt werden könnte. Nach meinem Dafürhalten kann hiernach von einem Einflusse der Sauerstoffaufnahme auf die Löslichkeitsverhält-

1) Chemisch-technische Beiträge, 1860, S. 8.

nisse kaum die Rede sein. Ich erwähne hier noch die Analysenresultate zweier aus verschiedenen Quellen bezogenen Copalsorten.

	A.	B.
C	78,43	76,12
H	10,16	11,11
O	11,41	12,77

Es dürfte daher wohl anzunehmen sein, dass die Harze, welche man überhaupt aus dem Copal einzeln dargestellt, je nach der Copalsorte, die man dazu verwendet, sehr mannichfach in ihrer Zusammensetzung differiren dürften.

Nach zahlreichen Versuchen beträgt der Gewichtsverlust durch Erwärmen und Schmelzen des Copal's 3 bis 9 Proc. je nach der Intensität und Dauer der erhöhten Temperaturanwendung. Bei Eintritt des höheren Procentverlustes war stets schon eine starke Bräunung der geschmolzenen Masse wahrnehmbar. Es ist somit wahrscheinlich, dass die flüssigen Destillationsprodukte, welche ich einer spätern Untersuchung vorbehalten muss, sauerstoffhaltig sind und dass daher die verschiedenen Löslichkeitsverhältnisse in einer durch Temperaturerhöhung bedingten Anordnung der Moleküle begründet sind.

Der Aschengehalt der von mir untersuchten Copalsorten ist im Allgemeinen ein geringer, übersteigt nach meinen bisherigen Erfahrungen nie 0,5 Proc., beträgt in den meisten Fällen nur 0,3 Proc., so dass der Copal überhaupt als ein besonders aschenfreier Körper zu betrachten ist und demnach auf Aschenunterschiede kaum ein Unterscheidungsmerkmal gegründet werden könnte.

Dass die Beimengung mechanisch wirkender Substanzen vortheilhaft auf die Löslichkeit des Copal's einwirken könne, war seit längerer Zeit schon nicht unbekannt, indem man mit Nutzen Glaspulver zusetzte und mitunter bei Firniss-

bereitungen davon Anwendung machte. Tremlich[1]) mischt zu gleichem Zwecke dem mit kochendem Wasser präparirten und wieder getrockneten Copal gleiche Theile gepulverten Asbest bei. Durch solchen Zusatz soll das Zusammenkleben der gallertartig aufquellenden Harzmasse verhindert und so eine unausgesetzte innige Berührung des Lösungsmittels mit den Harzen bis zur Lösung bewirkt werden.

In Betreff des Zusatzes mechanisch wirkender Substanzen, um die Löslichkeit des Copal's zu vermehren, schien mir die Angabe Horst's[2]) von Interesse. Derselbe sagt wörtlich: „Eine besondere Aufmerksamkeit verdient die Wirkung des rohen schwarzen Schwefelspiessglanzes auf den trockenen Copal; denn man kann vermittelst desselben und recht wasserfreien Weingeists fast gleiche Theile in Auflösung bringen, ohne dass das Spiessglanz etwas an Gewicht verliere, noch in seiner Mischung verändert werde, also bloss mechanisch einwirkt. Schon gewöhnlicher entwässerter Alkohol nimmt auf diese Art bedeutend viel Copal in sich."

Diese Bemerkung gab Veranlassung zu zahlreichen Versuchen, deren Hauptresultate im Folgenden zusammengefasst sind. Zunächst musste es auffallend erscheinen, dass von einem so wichtigen Kunstgriff in der Technik keine Nutzanwendung gemacht wurde. In der That findet sich nach bisherigen Forschungen in der Literatur nirgends die Spur einer Andeutung des mitgetheilten Verhaltens. Unwillkührlich führt solches Stillschweigen zu der Annahme, dass sich jene Mittheilung in der Folge nicht bestätigt hat, diess um so mehr, als Horst ja selbst mehrere Versuche anstellte, um Copal sicher in Lösung zu bringen, da doch die erwähnte Eigenschaft des Schwefelantimons aller dieser Bemühungen überhoben haben musste. Vorläufige Versuche in dieser Richtung angestellt gaben verschiedene Resultate,

1) Buchner's Repertorium. B. 24. S. 428.

2) Trommsdorf Journal der Pharmacie B. 22. I. S. 72.

ein Beweis, dass die Vorschrift wohl nicht genau angegeben und das Gelingen vielleicht noch von anderen Umständen abhängig war.

Die zu den Versuchen verwendeten Copale stammten aus der pharmakologischen Sammlung einer Grosshandlung und waren folgende: Copal Benzuela, Copal elect. ostindic., von Hymenaea verucosa. Eine andere Sorte, Copal naturale, bezeichnet, stimmte in ihren Merkmalen genau mit dem von Worlée geschilderten Copal von Zanguebar überein, so dass die drei genannten Sorten den afrikanischen, somit den härtesten Copalsorten beizuzählen sind. Ausser diesen Sorten wurde noch Manilla-Copal zu den Versuchen verwendet. Der im Handel vorkommende sogenannte ordinäre Copal ist eine ganz unbestimmte, dem Ansehen nach sehr gemengte Sorte, wesshalb sie unberücksichtigt geblieben.

Als Lösungsmittel kam der absolute Alkohol des Handels zur Verwendung; derselbe hatte ein Volumgewicht von 0,810 = 96 Proc. Vorläufige Versuche lehrten, dass wenn gepulverter Copal für sich oder nach Beimischung vorher gepulverten Flussspathes oder Schwefelantimon's mit kaltem Alkohol übergossen und dann bis zum Sieden erhitzt wurde, letzterer nur wenige Procente von seinem Gewichte aufnahm. Der Procentgehalt der Lösung steigerte sich etwas, wenn sogleich siedender Alkohol verwendet wurde; dieser enthielt dann bisweilen 5 Proc. von seinem Gewichte gelösten Copales. Vergleichungsweise wurde an Stelle von Glaspulver Flussspath wegen der leichteren Handhabung genommen und das Verfahren dahin abgeändert, dass man die oben erwähnten bemerkenswerthen Erfahrungen Kastner's und Unverdorben's benützte. Gepulverter Copal wurde mit Stückchen Flussspathes oder Schwefelantimon's zu zartem Pulver im Verhältnis von 1 : 7 ungefähr zusammengerieben, das Gemeng mit gleichen Mengen kochenden Alkohols angerührt und unter Erwärmen über dem Wasserbade all-

Copalsorte und Gewicht	Beimengung und deren Gewicht	Gesammtmenge des Alkohols	Untersuchte Lösung	Darin gelöstes Harz	Totalgewicht des gelösten Harzes	Procente vom Gewichte des Copals	Procente vom Gewichte des Alkohols
Copal naturale (Zanzibar) 2,170 gr	Flussspath 13,640 gr	gr 13,700	gr 6,550	gr 0,590	gr 1,350	62,2	10
Copal naturale (Zanzibar) 2,420 gr	Schwefelantimon 14,240 gr	gr 10,850	gr 5,260	gr 0,650	gr 1,530	63,2	14
Copal von Hymenae veruc. Ostindien 2,890 gr	Flussspath 15,440 gr	gr 13,680	gr 5,680	gr 0,380	gr 0,98	34	7,2
Copal ostind. 1,540 gr	—	gr 6,820	gr 4,000	gr 0,320	gr 0,590	38	8,7
Copal ostind. 1,50 gr Auf einmal mit der ganzen Quantität Alkohols behandelt	—	gr 16,980	gr 14,630	gr 0,470	gr 0,560	37	3,3

Copal ostind. 2,115 gr	Schwefel-antimon 16,225 gr	gr 10,360	gr 4,500	gr 0,400	gr 1,010	47,7	10
Copal Benzuela 2,5 gr	Flussspath 16,770 gr	gr 18,650	gr 10,210	gr 0,650	gr 1,200	48	7
Copal Benzuela 3,270 gr	—	gr 8,400	gr 5,430	gr 0,650	gr 1,000	31	13
Copal Benzuela 3,650 gr	Schwefel-antimon 23,860 gr	gr 14,400	gr 4,780	gr 0,550	gr 1,650	45,2	13
Copal Manilla 2,870 gr	Flussspath 17,140 gr	gr 12,750	gr 4,960	gr 1,010	gr 2,8	100	25,7
Succin. alb. 3 gr	Flussspath 19,410 gr	gr 15,450	gr 3,250	gr 0,150	gr 0,713	24	5
Succin. alb. 1,950 gr	—	gr 12,460	gr 7,020	gr 0,070	gr 0,130	6,6	1
Bernstein 2,5 gr	Schwefel-antimon 16,7 gr	gr 13,0	gr 5,47	gr 0,150	gr 0,350	14	3

mälig mehr siedender Alkohol zugegeben. Bei Befolgung dieses Verfahrens bemerkt man, dass der Copal sofort aufquillt und mit dem Alkohol eine innige, zähe, klebrige Masse bildet, die sich, bei darauffolgender Verdünnung mit Alkohol in zwei Schichten trennt. Copalpulver für sich ebenso behandelt zeigt diese Erscheinung nicht. Hieraus ergibt sich offenbar eine Einwirkung des Zusatzes auf die Löslichkeitsverhältnisse des Copal's.

Auf vorhergehenden Seiten p. 156 u. 157 finden sich die bisher gewonnenen Zahlenresultate tabellarisch zusammengestellt.

Wird statt des Flussspathes das Stibium crudum hungaricum des Handels als Beimengung verwendet und in Stücken mit Copalpulver zusammengerieben, so wird bei sonst gleicher Behandlung das Aufquellen noch mehr befördert. Aber auch nur auf die angegebene Weise war wirklicher Nutzen bemerkbar. Der hiedurch erzielte Vortheil gibt sich als rein mechanische Einwirkung zu erkennen. Durch das Zusammenreiben der viel härteren Substanzen mit dem schon gepulverten Copal wird während der mechanischen Zertheilung derselben eine viel weiter gehende Verkleinerung des dazwischen liegenden Copalpulvers bewirkt, wie solche beim Pulvern des Copals für sich allein nicht hervorgebracht werden kann. Man erhält in dieser Weise Copal auf mechanischem Wege in seiner höchst möglichen Vertheilung; daher auch das sofortige Aufquellen des Copal's beim Uebergiessen mit Alkohol, wie solches sonst nur Aether, Campher u. dgl. bewirken können. Zugleich aber halten die beigemengten Substanzen die Copaltheilchen getrennt, weshalb eine intensivere Einwirkung des Lösungsmittels stattfindet. Es ist nicht zu bezweifeln, dass, wenn man nur so viel heissen Alkohol zusetzt, als zur Entstehung der gleichmässigen klebrigen Masse nöthig ist und diese längere Zeit digeriren lässt, auf späteren Zusatz von

einer grösseren Menge heissen Alkohols sich leicht eine vollständige Lösung bewirken lasse. Die bei den beschriebenen Versuchen zur Lösung verwendete Zeit war eine sehr kurze; es sollte ja nur gezeigt werden, ob die angeführte Behandlungsweise einen Einfluss ausübe und zwar bei allen Copalsorten, also auch bei den sogenannten „widerspänstigen."

Die erhaltenen Lösungen waren völlig klar und ungetrübt, von schwachgelber Färbung. Auf Glasflächen trocknete die Lösung unter Zurücklassen einer festen, völlig durchsichtigen, fast ungefärbten Firnissschichte, die von kaltem Alkohol und Aether fast gar nicht, leichter von heissem Alkohol gelöst werden konnte. Ueber der Flamme erhitzt verbreiteten sich angenehm riechende Dämpfe. Einige Versuche mit frischem Terpentinöl zeigten ähnliches Verhalten des Copals wie mit Alkohol.

Die Bedeutung des möglichst feinen Vertheilens des Copal's auf dessen Anwendbarkeit als Firniss ergibt sich noch aus einem von mir schon früher angestellten Versuche. Ich habe nämlich den in absolutem Alkohol völlig unlöslichen Rückstand einer Copalsorte, fein gepulvert und geschlämmt mit Aether, worin er sich ebenfalls nicht löst, auf Metalloberflächen aufgetragen. Man erhält dadurch eine gefirnisste Fläche, welche durch Waschen mit absolutem Alkohol durchaus nicht angegriffen wird. Leider aber ist diese Unlöslichkeit nicht stabiler Natur, indem nach einigen Monaten das Harz in diesen dünnen Schichten durch die Berührung mit der atmosphärischen Luft in die lösliche Modification übergeführt wird.

Für die technische Verwendung der Copale im Allgemeinen sind die gewonnenen Resultate nicht ohne Interesse. Bei grossentheils gleichzeitiger Mitverwendung anderer Harze wird unter den angegebenen Verhältnissen die raschere Löslichkeit vervollständigt und weil die Copale bei dieser Be-

handlungsweise vorher keiner solchen Veränderung unte liegen, wie sie durch Rösten oder Schmelzen stets eintrit oder weil keine Substanzen zur Verwendung kommen müsse die beim nachfolgenden Gebrauche sich nachtheilig erweise so werden die erhaltenen Produkte um so werthvoller.

Endlich ist hier der Ort, noch einige vorläufige Versuc zu erwähnen, welche bezweckten, bisher nicht angewende Substanzen als Lösungsmittel für Copal in Betracht zu ziehe Als besonders günstiges Lösungsmittel hat sich zunächst d Amylalkohol ergeben. Copalpulver in der Wärme mit Amy oxydhydrat behandelt zeigt alsbald Aufquellen und bei we terer Erhitzung bis zum Kochen tritt vollständige Lösu ein. Da der Kochpunkt des Amylalkohols bei 132° C. lieg so ergibt sich schon durch die Möglichkeit der Anwendu einer höheren Temperatur der wesentlich geförderte Ei fluss auf das Löslichkeitsverhältniss. Die klare Lösung d Copal's in Amylalkohol auf Glasflächen oder polirte Metal gegenstände ausgebreitet zeigt eine fast farblose Schich eines durchsichtigen Firnisses. Die Amylalkohollösung d Copal's wird durch Zusatz von absoluten Alkohol theilwei praecipitirt. Der Niederschlag wird durch weiteren Zusa von Amylalkohol wieder gelöst. Eine Copalsorte, die m absolutem Alkohol gekocht nur geringfügig in Lösung übe geht, kann durch Zusatz von Amylalkohol zum absolut Alkohol in viel grösserer Menge gelöst werden, jedenfal trägt dieser Zusatz zur Lösbarkeit in absolutem Alkoh sehr wesentlich bei und man erhält auf solche Weise ei wasserhelle durch Amylalkohol vermittelte weingeistige Copa lösung. Vermengt man Copalpulver mit Chloralhydrat u kocht nun mit absolutem Alkohol, so erscheint auch hi durch die Löslichkeit des Copals bedeutend vermehrt. Chloroform scheint die Löslichkeit ähnlich wie in absolute Alkohol zu sein.

Herr W. von Beetz legte vor:

„Noch eine Bemerkung zur Frage nach der Natur der galvanischen Polarisation."

Eben so ungern wie Herr Fr. Exner verstehe auch ich mich zu einer nochmaligen, aber letzten Erwiederung in der oben bezeichneten Frage. Der Umstand, dass Herr Exner nur meine Einwände einer Beantwortung werth erachtet hat, während er die von anderen Seiten her gegen seine Arbeiten schon gerichteten oder noch zu richtenden Angriffe unbeantwortet lassen zu wollen erklärt, legt es mir nahe, auch seine Kritik[1]) nicht mit Stillschweigen zu übergehen. Ich bemerke zu derselben mit Uebergehung unwesentlicherer Dinge Folgendes:

1) Die Brauchbarkeit der Methode, die Gesammtpolarisation als die algebraische Summe der Polarisationen der beiden einzelnen Electroden zu bestimmen, ist von mir dadurch bewiesen, dass ich durch dieselbe die gleichen Werthe erhielt, wie sie von Herrn Exner und Anderen durch directe Messung der Gesammtpolarisation erhalten wurden[2]). Die Art nun, wie ich diese Einzelpolarisationen messe, erklärt Herr Exner für unrichtig. Wenn zwei Platten A und B in einem Electrolyten als Electroden einer Säule dienen, und ich verbinde während der Fortdauer des Stromes die Platte A mit dem Erdboden, während ich B einer neu-

1) Wiener Sitzungsber.: 11. Novbr. 1880.

2) Münchener Sitzungsber.: 1. Mai 1880.

tralen Platte Z, die mit dem Electrometer verbunden ist, gegenüberstelle, so soll selbstverständlich immer dieselbe Spannungsdifferenz erhalten werden, ohne Rücksicht auf die Beschaffenheit der Platte B, weil nun der einen Electrode A als andere Electrode immer die neutrale Platte gegenüberstehe. Diese Behauptung ist mir unbegreiflich. Die Electroden des Stromes sind nun einmal A und B und bleiben es auch. A und B sind polarisirt (in dem bisher ganz allgemein üblichen Sinne des Wortes) und meine Versuche zeigen, dass B durch denselben Strom und dieselbe electromotorische Kraft immer gleich stark polarisirt ist, die Polarisation von A, welche ja nach Ableitung von B auch gemessen worden ist, mag sein, welche sie will. Wenn Herr Exner die Polarisation zwischen den beiden Electroden A und Z sucht, so spricht er von etwas ganz Anderem als ich, aber auch von etwas ganz Anderem als dem, was er selbst sonst unter Polarisation versteht, nämlich die Wiedervereinigung der an beiden Electroden ausgeschiedenen Jonen. Die Platte Z nimmt an einer solchen Ausscheidung gar keinen Antheil, weil sie sich zu keiner Zeit innerhalb der Stromleitung befindet.

2) Herr Exner sagt, es hätte mir auffallen müssen, dass ich nach meiner Methode für die Spannungsdifferenz zwischen reinem und mit Sauerstoff polarisirtem Platin (also $Pt_{,}Pt_0$) den Werth 1,01 D erhielt, während ich doch selbst angegeben habe, dass reines Platin gegen sauerstoffbedecktes in angesäuertem Wasser indifferent sei. Nie und nirgend habe ich oder hat irgend ein anderer Physiker das von einer durch den Strom in Sauerstoff polarisirten Platinplatte ausgesagt, vielmehr habe ich mich an der von Herrn Exner citirten Stelle und noch an mancher anderen ausführlich über den Unterschied zwischen einer mit Sauerstoff polarisirten und einer mit passivem Sauerstoff bedeckten Platte ausgesprochen.

3) Die Thatsache, dass ein Zn|Ag-Element nach meinen Versuchen eine andere elekromotorische Kraft zeigt, als ein Zn|Pt-Element, erklärt Herr Exner aus dem Umstande, dass das Silber in dem nicht sauerstofffreien Wasser sich selbst oxydire und so einen Gegenstrom erzeuge. Ich weiss nicht, ob man diese Oxydation wirklich annehmen will. Aber zugegeben, es sei so, so passt der Einwurf nicht, denn ich habe meine Leitungsflüssigkeit auf ganz dieselbe Weise von Sauerstoff befreit, wie Herr Exner die seine. „Da Auskochen, Auspumpen u. dgl. immer nur sehr mangelhaft nützt", sagt er [1]), „so bleibt nichts übrig, als den Sauerstoffvorrath durch die Wasserstoffentwickelung des Elementes selbst sich erschöpfen zu lassen, was, wenn der Widerstand desselben nicht sehr gross ist, stets in kurzer Zeit, meist 1 bis 2 Minuten, erreicht ist." Bei meinen Versuchen dauerte der Stromschluss, wie ich angegeben habe, stets 3 Minuten. Wenn unter diesen Umständen doch die Kraft Zn|Ag eine andere war, als Zn|Pt, so ist eben die Beschaffenheit der negativen Platte an dem Unterschiede schuld, und das wollte ich ja gerade zeigen im Gegensatz zur Behauptung des Herrn Exner, dass in der sauerstofferschöpften Flüssigkeit ein solcher Unterschied nicht stattfinde. So gut, wie Herr Exner die Potentialdifferenz Na|Zn als identisch ansieht mit der algebraischen Summe der Differenzen Na|Pt und Pt|Zn, muss man auch die Potentialdifferenz Zn|Ag als identisch betrachten mit der algebraischen Summe der Differenzen Zn|Pt und Pt|Ag und wenn dann das Silber durch seine eigene Oxydation in den Process der Stromerzeugung mit eingreift, so muss man auch den chemischen Vorgang und damit die Wärmetönung im Zn|Ag-Elemente anders darstellen, als im Zn|Pt-Elemente und damit würde ja auch nach der Anschauung des Herrn Exner der negativen

1) Wiener Sitzungsber. 11. Oct. 1879. p. 9.

Platte eines Elementes der ihr gebührende Antheil zu wiesen sein.

Ich hege nicht die Hoffnung, dass durch meine wiederung die Meinungsverschiedenheiten, welche zwis Herrn Exner und mir bestehen, ausgeglichen werden; kann ja wohl für die Wissenschaft auch ganz gleichg sein. Nicht gleichgiltig aber ist es mir, ob Dritte glau ich gebe selbst die Unrichtigkeit meiner Beweisführung Uebrigens muss ich auch jetzt wieder erklären, dass es nicht einfällt, einseitig für die Contacttheorie einzutre Die vom Standpunkte dieser Theorie aus gewonnenen sultate müssen ja schliesslich mit den Anschauungen Electrochemiker in Einklang gebracht werden.

Herr v. Jolly theilt mit und bespricht die Abhandlung:

„Ueber den Luftwiderstand bei kleinen Geschwindigkeiten“ von Dr. W. Braun und Dr. A. Kurz in Augsburg.

Bewegt sich eine ebene dünne Scheibe innerhalb der durch sie bestimmten Ebene oder senkrecht zu derselben, so hat sie beziehungsweise die Luftreibung oder den Luftwiderstand zu überwinden. Von letzterem soll im Folgenden hauptsächlich die Rede sein.

§ 1. Nach einem bekannten Satze wird dieser Luftwiderstand häufig der Menge der von der Scheibe verdrängten Luft und der Wegstrecke der Scheibe, beide pro Sekunde genommen, proportional gesetzt, also dass

$$W = a \,.\, F \,.\, v^2$$

ist, worin a eine durch Versuche zu bestimmende Constante, F der Flächeninhalt der Scheibe und v ihre Geschwindigkeit ist.

Recknagel entwickelte jüngst, Wiedemann's Annalen Band 10 S. 677 u. f., zwei andere Ausdrücke für das Widerstandsgesetz, die aber beide als Annäherung auch auf vorige Form führten, welche alsdann von ihm mit Geschwindigkeiten bis zu 10 Metern bestätigt wurde. Der Coefficient a ist bei dieser Annäherung in bemerkenswerter Weise gleich der Masse der halben Cubikeinheit Luft ge-

funden worden: also in Grammen, Centimetern und Sekunden ausgedrückt

$$a = \frac{0.001293}{2 \cdot 981} = 0.000000065$$

Hienach ist also der Luftwiderstand gleich gesetzt dem Gewichte der Luftsäule vom Querschnitte F und der Höhe h, welche der Geschwindigkeit v als sogenannte Geschwindigkeitshöhe entspricht $\left(h = \frac{v^2}{2g}\right)$. Dies wurde schon von Newton ausgesprochen, wie u. A. auch bei Gronau „Historische Entwicklung der Lehre vom Luftwiderstande, Sitzungsber. der Danziger naturforsch. Gesellsch. 1865" zu finden ist. Nur hat Newton noch einen konstanten Faktor δ dabei, welchen er zu $\frac{1}{2}$ bestimmt hat für Kugeln, die sich in der Luft bewegen, z. B. herabfallen. Näheres über weitere Bestimmungen einer solchen von der Form des bewegten Körpers abhängigen Constanten auch in A. Ritter's „technischer Mechanik", im letzten § dieses Buches.

§ 2. Kurz vorher wurden wir durch gütige Mitteilung des Herrn Professors O. E. Meyer in Breslau auf Hagen's Versuche, Poggendorff's Annalen Bd. 152 S. 95 u. f. 1874, aufmerksam gemacht. Derselbe liess Scheiben von F = 4 bis 40 „Quadratzollen" mit v = 17 bis 66 „Zolle" sich bewegen, supponiert auch die Gesetzesform des § 1, aber mit der Modifikation

$$a = \beta + \gamma \cdot u,$$

worin u den Umfang der Scheibe bedeutet. Hagen macht dabei eine Analogie der Randreibung tropfbarer Flüssigkeiten namhaft. In den Einheiten des vorigen § ergaben seine Versuche

$a = 0{,}000\,000\,71$, wenn $\gamma = 0$ wäre, und
$a = 0{,}000\,000\,75$ für $F = 1$, $v = 1$, $u = 4$, bei 1 Quadratcentim.

§ 3. Wie man für die grossen Geschossgeschwindigkeiten das rein kubische und auch das gemischte Gesetz

$$W = F.(av^2 + bv^3)^{1)}$$

versucht hat, so hat Saint-Loup für die Geschwindigkeiten von 1500 bis 3600 Centim. bei seinen Versuchen, Compt. Rend. Bd. 88 S. 1257 (1879), das Gesetz

$$W = F.(av + bv^2)$$

zu Grunde gelegt und für Gramm, Centimeter, Sekunde

$$a = 0{,}000\,5835,\ b = 0{,}000\,000\,562\,8$$

angegeben.

§ 4. Etwas ausführlicher müssen wir bei dem „Studium des Luftwiderstandes in der Drehwage" von Cornu und Baille, Compt. Rend. T. 86 p. 571—574 1878, verweilen, weil wir hernach von ähnlichen eigenen Versuchen berichten wollen.

Zwei gleiche Cylinder, 190 Gramm schwer, 2,46 Centim. hoch und breit, waren an einem Hebel in den Entfernungen $y = 5, 10, 15, 20, 25$ Centim. von der Drehaxe unifilar aufgehängt. Also war das Trägheitsmoment der beiden Cylinder $\frac{2.190}{981}.y^2$, und das Trägheitsmoment des ganzen Apparates, Spiegel und Hebel hinzugerechnet, ward mit

$$\mu = \frac{2.190}{981}(y^2 + \beta^2)$$

bezeichnet; über β fehlt aber jede weitere Angabe in dem betreffenden Aufsatze.

Nennt man K das Torsionsmoment und H das Moment der dämpfenden Kraft bei der Geschwindigkeit 1, macht

1) S. Zeitschrift für Mathem. u. Phys. v. Schlömilch Bd. 2 S. 199 und Bd. 11 S. 515.

aber über letztere die für kleine Geschwindigkeiten erlaubte Annahme

$$W = n . F . v$$

so ist nach d'Alembert's Prinzip

$$\mu \frac{d^2\omega}{dt^2} + H \frac{d\omega}{dt} + K . \omega = 0$$

und der Ausschlagwinkel ω zur Zeit t ergiebt sich hieraus als $\omega = \omega_1 e^{-\alpha t} \sin 2\pi \frac{t - t_0}{T}$ [1], wobei $t_0 = 0$ gesetzt werden soll, e die Basis der natürlichen Logarithmen, α das zugehörige Dekrement pro 1 Sekunde, T die Schwingungsdauer ist.

Die beiden letzteren werden nach bekannten Methoden gemessen und gestatten gemäs den zugehörigen Formeln

$$\alpha = \frac{H}{2\mu}, \frac{2\pi}{T} = \sqrt{\frac{K}{\mu} - \alpha^2}$$

die Berechnung von H und K.

Hier handelt es sich hauptsächlich um die Bestimmung von H: „Nous avons cherché à déterminer, dans des circonstances variées, la valeur absolue de la résistance spécifique que l'air exerce sur les masses cylindriques à l'extremité d'un levier." Ist N dieser Widerstand für einen Cylinder bei der Geschwindigkeit 1, und setzt man $2Nb^2$ für den Widerstand des Hebels und Spiegels, so ist der Gesammtwiderstand

$$H = 2N . (b^2 + y^2).$$

Durch welche Messungen die Angabe b = 23,15 erhalten worden, ist nicht beigesetzt.

1) Wie die Pendelbewegung (H = 0) bekanntlich als Projektion einer gleichförmigen Bewegung im Kreise dargestellt werden kann, so lässt sich auch obige Differentialgleichung geometrisch integrieren; das Integral ist die Projektion der Bewegung eines Punktes in der logarithmischen Spirale mit konstanter Winkelgeschwindigkeit. Nach Tait 1867 und Maxwell's Treatise on electr. and magn. hat dies Wallentin in der Zeitschr. für Realschulwesen, Wien 1880 S. 472 u. f., dargelegt.

Hierauf folgt das tabellarische Verzeichnis der eingestellten y, der beobachteten T und α und der berechneten K und N, welches mit einigen Abkürzungen lautet:

y	T	α	K	N
5	108,..	0,00062...	0,0356	0,0000117
10	167	31	356	123
15	234	20	355	132
20	303	14	358	123
25	375	11	357	120

Bezüglich K schreibt das Original 0,00356, was sich beim Nachrechnen als ein Versehen herausstellte. Aber auch die angenäherte Constanz von K, welche von den Verfassern gerühmt wird und sich freilich ergeben sollte, zeigt sich beim Nachrechnen nicht zutreffend, indem z. B. für y = 25 das K grösser als 0,06.. sich herausstellt; schon wenn man das $\beta = 0$ setzt[1]). Davon abgesehen nehmen wir noch mit den Verfassern

$$N = 0{,}0000120$$

vorübergehend als angenäherten Wert an.

Den Herrn Verfassern lag daran zu berechnen, wieviel hienach jener „spezifische Widerstand" eines Cylinders ihrer Drehwage im höchsten Falle betragen könne; deshalb berechnen sie die Maximalgeschwindigkeit eines Cylinders für y = 25 und 40 Bogensekunden in der Zeitsekunde

$$v_{max} = 25 . \frac{40 . \pi}{180 . 60 . 60} = \frac{11}{2268},$$ d. i. etwas kleiner als $\frac{1}{200}$ Centimeter (statt „kleiner als $\frac{1}{100}$ Centim."); also der höchste Widerstand für einen Cylinder

$$0{,}0000120 . \frac{1}{200} \text{ oder } 0{,}000000 06 \text{ Gramm,}$$

wofür schliesslich unsere Quelle die Angabe „kleiner als 0,0000001" enthält.

1) Um so mehr bei grösserem β.

§ 5. Wollte man aus dem vorigen Werte von N au den Widerstand n der Fläche von 1 Quadratcentimeter be der Geschwindigkeit 1 in Grammen schliessen (siehe § 4) so bedürfte es noch einer Annahme: wie z. B. dass mai für die widerstehende Fläche F beim bewegten Cylinder de § 4 seinen Axenschnitt $2{,}46^2$, also nahezu 6 Quadratcentim setzen dürfe; dann wäre n = 0,000 002 0.

Oder wenn man in Analogie zu § 1 für diese Fläch setzen müsste $\frac{2}{3}$ F (siehe z. B. den letzten § von Ritter Mechanik), so käme heraus

$$n = 0{,}000\,003\,0$$

Gramme pro Quadratcentimeter Fläche und 1 Centim. Geschwindigkeit.

Dies wie gesagt nur als vorübergehender Anhaltspunkt

§ 6. Unsere Versuche waren zuerst auch unifilare, ds wir uns schon früher mit dem Studium der Dämpfung dei Torsionsschwingungen beschäftigt hatten und von diesem Felde gelegentlich auch auf gegenwärtiges gelangten. Siehe Carl's Repertorium Bd. 15 S. 561 u. f. (1879), wovon bald eine Fortsetzung ibidem Bd. 17 S. 197 u. f. erscheinen wird; vergl. insbes. § 13 daselbst.

Bei unserem Apparate wiegt die eiserne, mit Schroten gefüllte Hohlkugel 3283 Gramme und hat als Durchmesser 10 Centimeter; also ist mit der Bezeichnung des § 4

$$\mu = \frac{2}{5} \cdot \frac{3283}{981} \cdot 5^2 = 33{,}5.$$

Dieses Trägheitsmoment wurde durch Anbringung von zwei kreisförmigen Cartons (μ . $2{,}8^2$) in 10 Centimeter Abstand von der Torsionsaxe nicht merklich vergrössert und auch die Schwingungsdauer, welche je nach Länge, Dicke und Material des Drahtes 6 bis 10 Sekunden betrug, und bis zum Hundertel Sekunden bestimmt wurde, zeigte nur in

den letzteren eine Erhöhung, wenn die Cartons angebracht waren, so dass wir auch diese als dadurch ungeändert betrachteten. Aber das Dekrement α des Apparates mit den Cartons betrug nahezu das doppelte desjenigen α' nach Entfernung der Cartons; es war beispielsweise das erstere Dekrement in briggischen Logarithmen und für eine Schwingungsdauer 0,00111, und das letztere 0,00056. In natürlichen Logarithmen und zur Sekunde umgerechnet ist also gemäs Calkul des § 4

$$\alpha = \frac{H}{2\mu},$$

worin H den gesammten Widerstand des ganzen Apparates sammt den Cartons, auf die Entfernung 1 und auf die Geschwindigkeit 1 (auf letztere nach dem Widerstandsgesetze mit der ersten Potenz) reduziert vorstellt. Und analog ist

$$\alpha' = \frac{H'}{2\mu},$$

worin H' den gesammten Widerstand des Apparates ohne die Cartons bedeutet.

Die Differenz (H—H') ist der gesuchte Luftwiderstand der beiden Cartons in der Entfernung 1 und bei der Geschwindigkeit 1. Wie schon in § 5, wollen wir n diesen Luftwiderstand nennen, wenn derselbe auch auf die Fläche 1 reduziert ist. Dann ist

$$H - H' = n \,.\, 2\pi\, 2{,}8^2 \,.\, \left(10^2 + \frac{2{,}8^2}{4}\right).$$

Reduziert man ferner die vorhin angegebenen numerischen Werte der beiden Dekremente, oder kürzer blos deren Differenz auf natürliche Logarithmen (Faktor 2,3...) und auf 1 Sekunde (Divisor 6,..), so wird dieselbe 0,00021.

Also
$$n = \frac{0{,}000\,21 \,.\, 33{,}5}{\pi\, 2{,}8^2 \,.\, 102} = 0{,}000\,002\,8$$

Gramme beträgt der Luftwiderstand von 1 Quadratcentimeter

bei 1 Centimeter Geschwindigkeit. Diese Zahl stimmt einigermassen mit unserem „Anhaltspunkte" oder der Vergleichszahl des § 5.

§ 7. Betrüge der grösstmögliche Fehler in der Bestimmung der beiden Faktoren des letzten Quotienten je eine Einheit der letztangegebenen Zifferstelle, so wäre der Fehler in der Messung des n höchstens zwei Einheiten von der Zahl 28. Wir änderten auch die Grösse der Cartons ab, indem wir neben den vorigen (π 2,8²) auch die kleineren (π . 1,4²) und die grösseren (π 4,2²) im Abstande 10 Centimeter von der Drehaxe wählten. Dadurch wurde die vorhin angegebene Differenz der gemessenen Dekremente 0,00055 (nach briggischen Logarithmen und pro Schwinggungsdauer) abgeändert bezüglich in 0,00012 und 0,00120; während die Trägheitsmomente der Cartonflächen im Verhältnis von

$$1{,}4^2\left(10^2+\frac{1{,}4^2}{4}\right) \text{ zu } 2{,}8^2\left(10^2+\frac{2{,}8^2}{4}\right) \text{ zu } 4{,}2^2\left(10^2+\frac{4{,}2^2}{4}\right)$$

oder von

$$1 \,.\, 1005 \text{ zu } 4 \,.\, 1020 \text{ zu } 9 \,.\, 1045$$

variierten. Vergleicht man hiemit die Verhältnisse der vorher genannten Differenzen der Dekremente

$$12 : 55 : 120,$$

so sieht man, dass dieselben angenähert übereinstimmen, nämlich mit Abweichungen von ungefähr 10 Procenten in runder Zahl.

Letztere drei und drei Verhältnisse sind Durchschnittszahlen aus wiederholten Beobachtungen. Wir fassten aber bald den Vorsatz, die unifilare Aufhängung mit der bifilaren zu vertauschen.

§ 8. Bifilare Versuche, vorerst mit einer kleinen Drehwage:

Die alte Drehwage, wie sich deren eine in vielen physikalischen Cabineten vorfindet, ward zur bifilaren umgewandelt mit dem Abstande der parallelen Hälften des Drahtes oder dem Durchmesser der festen Rolle 1,5 Centimeter; die bifilare Länge betrug 41 Centimeter, das Gesammtgewicht 284 Gramme. Dann kommt statt des Torsionsmomentes das Gewichtsmoment $K' = \frac{284 . 1,5^2}{4 . 41}$ in Rechnung, das ist 3,89; und aus der Schwingungsdauer T' = 2,13 Sek. berechnet sich das Trägheitsmoment

$$\mu' = \frac{K' . T'^2}{4\pi^2} = 0,447.$$

(Von diesen 284 Gr. sind 200 cylindrisch vom Radius 1,85 und um die Cylinderaxe sich drehend angeordnet, was als Trägheitsmoment $\frac{1}{2} . \frac{200 . 1,85^2}{981}$ oder 0,349 giebt; würden alle 284 Gr. einen solchen Cylinder bilden, so würde das Trägheitsmoment 0,488 sein; das aus Messung und Theorie hervorgegangene 0,447 ist also wirklich mitteninne. Diese erste Probe ermutigte zu weiterem Vorgehen).

Nach Anhängung der beiden grössten Cartons des § 7 (π 4,2²), deren Gewicht zusammen ganz nahe 5 Gr. beträgt, wurde die Schwingungsdauer beim jetzigen Apparate um die Hälfte grösser als vorher, T = 3,24; das Gewichtsmoment betrug jetzt $\frac{289 . 1,5^2}{4 . 41}$ = 3,95; also das Trägheitsmoment $\mu = \frac{KT^2}{4\pi^2}$ = 1,051, jetzt mehr als doppelt so gross gegenüber vorhin.

(Die Kontrolle $\mu = \mu' + \frac{5}{981}\left(10^2 + \frac{4,2^2}{4}\right) = 0,447 + 0,53 = 0,98$ diente als zweite Probe).

Die beiden Dekremente mit und ohne Cartons in briggischen Logarithmen und pro Sekunde waren 0,00828 und

0,00062; die Dekremente nach natürlichen Logarithmen sollen wie in § 6 wieder α und α' heissen. Dann ist, wenn wir uns im ersteren Falle eine noch unbekannte Fläche f denken, die den Luftwiderstand pro Quadratcentim. von n Grammen bei der Geschwindigkeit 1 leistet und auf diese Art das Dekrement α' verschulden würde,

$$\alpha' = \frac{f \cdot n}{2\mu'}$$

(Diese ideale Fläche f muss man sich auch noch im Abstande 1 von der Drehaxe denken, weil in der Differentialgleichung des § 4 H′ oder jetzt fn das Moment der dämpfenden Kraft bedeutet.)

Analog zu § 6 ist ferner, wenn die beiden Cartons aufgesteckt sind,

$$\alpha = \frac{fn + 2\pi \cdot 4{,}2^2 \left(10^2 + \frac{4{,}2^2}{4}\right)}{2\mu}$$

Aus diesen beiden Gleichungen eliminiert sich das Produkt fn und wird nach Ausführung der Rechnung mit den angegebenen numerischen Daten

$$n = 0{,}000\,003\,36$$

welcher Wert im Vergleich mit dem durch die unifilare Drehwage gefundenen des § 6 um 20% zu hoch ist. Sieht man von dieser Ungenauigkeit der kleinen Drehwage ab, so kann man als Beisatz auch noch die Grösse f bestimmen und findet dafür rund 380 Quadratcentimenter. Hierin ist die thatsächliche Luftreibung des grossenteils cylindrischen Gewichtes enthalten, das sich beim Schwingen um seine Axe dreht; aber grösser als dieser Anteil wird der Luftwiderstand des Apparates (ohne die Cartons), und des zwar dünnen aber 20 Centim. langen Drahtes sein, an dem die Cartons aufzustecken waren. Dies führt uns vorübergehend auf den

§ 9. Vergleich der Luftwiderstandskonstante n mit der Luftreibungskonstante k:

Die Luftreibung ist als Kraft gleich dem Produkte aus Masse (nach dem absoluten Systeme eine Anzahl von Grammen) und Beschleunigung (Centimeter durch das Quadrat der Sekundenzahl). Diese Kraft ist nach dem Newton'schen Fundamentalgesetze proportional der Fläche und der relativen Geschwindigkeit zweier Schichten in der Entfernungs-Einheit. So gelangen wir zu der Gleichung für die Bestimmung der Dimensionen von k

$$\text{Gramm}^1 . \frac{\text{Centim.}^1}{\text{Sekunde}^2} = \text{k} . \text{Centim.}^2 . \frac{\text{Centim.}^1}{\text{Sekunde}^1} : \text{Centim.}^1$$

Oder die Dimensionen von k sind:

$$\frac{\text{Gramm}^1 .}{\text{Centim.}^1 . \text{Sekunde}^1} \text{ in absol. System.}$$

Im konventionellen Systeme ist die vorhin besprochene „Masse" noch mit der Erdbeschleunigung $981 \frac{\text{Centim.}^1}{\text{Sekunde}^2}$ zu dividieren, so dass übrig bleibt: $\frac{\text{Gramm}^1 . \text{Sekunde}^1}{\text{Centim.}^2}$ im konvent. System.

Als Zahlenwert für k giebt Dr. H. Herwig in „Physikalische Begriffe und absolute Maasse", Leipzig Teubner 1880,

0,000 19 im absol. Syst. und

0,000 000 194 im konventionellen.

Der Luftwiderstandskoeffizient n[1]) der vorausgehenden §§ ist daselbst nach dem letzteren System genommen; er ergab sich am Schlusse von § 7 als Produkt des Trägheitsmomentes eines Gewichtes und einer Dekrementendifferenz, dividiert durch das Trägheitsmoment der Scheibenflächen; also

$$\frac{\text{Gramm}^1 . \text{Centim.}^2}{\text{Beschleunigung } (981)} \cdot \frac{1}{\text{Sekunde}^1} : \text{Centim.}^4$$

1) In Herwig's Sammlung nicht aufgeführt.

Demnach wird

$n = 0{,}000\,003$ Gramm^{1}. Centim.$^{-2}$. Sekunde^{1} im konventionellen System, und

$n' = 0{,}003$ Gramm^{1}. Centim.$^{-2}$. Sekunde^{-1} im absoluten System.

Hätte man das letztere Resultat (n') gerade so abgeleitet wie das erste Resultat dieses §, so hätte man in der ersten Gleichung desselben den letzten Divisor der rechten Seite, das ist eine Längendimension weglassen müssen. Die Constante des Luftwiderstandes ist auch naturgemäss um eine Längendimension niedriger als diejenige der Luftreibung. Für obige Einheiten ist bei uns die erstere Constante rund 15 mal so gross ausgefallen als die letztere schon seit längerer Zeit angegeben wird.

(Dagegen findet sich für die Constante a des § 1 nach dem quadratischen Widerstandsgesetze

$a = 0{,}000\,000\,65$ Gramm^{1}. Centim.$^{-4}$. Sek.^{2} im konv. Syst.,

das ist nur 3 und $\frac{1}{2}$ mal so gross als die Luftreibungskonstante $0{,}000\,000\,194$.)

§ 10. Von den vorgängigen Versuchen des § 6 und 8 mit der grossen unifilaren und der kleinen bifilaren Drehwage gingen wir auf solche mit einer grossen bifilaren Drehwage über. Länge derselben $l = 200$ Centim., Kugel ähnlich wie in § 6 aber 3850 Gramme schwer, Cartons wie in § 8; Dekremente pro Sek. in brigg. Logarithmen mit und ohne Cartons $0{,}000\,262$ und $0{,}000\,064$; das Trägheitsmoment der Kugel sammt Zubehör wie in § 8 durch die Schwingungsdauer 12,2 Sekunden bestimmt und gleich 41,3 gefunden (theoretisch aus dem Gewicht der Kugel allein ergab sich 39). Das Trägheitsmoment und die Schwingungs-

dauer (12,24 mit und 12,16 ohne Cartons) galten in den beiderlei Versuchen mit und ohne Cartons wieder als gleich wie in § 6, mit genügender Annäherung. Die Berechnung nach § 6 lieferte

$$n = 0{,}000\,003\,29 \text{ oder nahe } 0{,}000\,003$$

in Uebereinstimmung mit § 6 und 8.

Zweiter Versuch: $l = 50$ Centim.; das Uebrige am Apparate wie vorhin; es ergab sich in brigg. Logarithmen 0,000 264 und 0,000 088 (s. noch § 11 u. 12); also die Differenz 0,000 176 und in natürl. Logarithmen 0,000 405. So kommt nach § 6

$$n = \frac{0{,}000\,405 \,.\, 41{,}3}{\pi \,.\, 4{,}2^2 \,.\, 104{,}4} = 0{,}000\,002\,89$$

nahe beim Resultate des § 6 und zwischen diesem und dem Resultate des § 8, sowie dem vorigen Resultate dieses §.

§ 11. Bei der grossen Torsionswage (§ 6 u. 10) betrug der Abstand der Skale vom Spiegel 160 Centim. Die Skale war 80 Centim. lang, und wir hatten im letzten Versuche des § 10 absichtlich mit Amplituden begonnen, welche der ganzen Skale entsprechen. Die Dekremente sind da nicht konstant gewesen, wie es der Theorie des § 4 entsprechen würde, sondern fallen merklich, und nähern sich erst bei hinreichend klein gewordenen Amplituden einem Endwerte, statt dessen wir vorläufig das letztbeobachtete Dekrement in die Rechnung gesetzt haben.

Wir gaben deshalb auch noch dem Reize zur Erweiterung der Differentialgleichung des § 4 nach, damit diese auch für fallende Dekremente gelte.

Hiebei war vor Allem zu untersuchen, ob die Abnahme der Dekremente sich nicht daraus erklären lasse, dass für

das Gewichtsmoment [1]) bei der bifilaren Aufhängung eigentlich $K \sin \omega$ statt $K\omega$ in § 4 oder wenigstens

$$K\omega - \frac{K}{6}\,\omega^3$$

gesetzt werden musste. S. § 13.

Alsdann konnte man darangehen, den Gesammtwiderstand $H\frac{d\omega}{dt}$ in § 4 auf

$$H \,.\, \frac{d\omega}{dt} + J \,.\, \left(\frac{d\omega}{dt}\right)^2$$

zu erweitern. Wir mussten sogar bis zur dritten Potenz der Geschwindigkeit $\frac{d\omega}{dt}$ vorgehen. S. § 14 u. f. Dergleichen Berechnungen werden zum Glücke dadurch einigermassen erleichtert, dass es gestattet ist, jede Correctur ohne Rücksicht auf die andern vorzunehmen.

§ 12. Die am Schlusse von § 10 und am Anfange von § 11 erwähnte und für den nachfolgenden Calkul benutzte Beobachtungsreihe ist folgende:

9. November, 8^0 Cels., $l = 50$ Centim.; das Uebrige a. a. O.

---

1) Auch beim Torsionsmomente der unifilaren Aufhängung fällt die zweite Potenz der variablen Amplitude ω ausser Acht, so oft man dieses Moment für positive und negative ω als gleich ansehen darf. Aber Cornu und Baille untersuchten gerade die mit einem Gliede $K'\omega^2$ erweiterte Differentialgleichung, wovon noch im § 17 die Rede sein soll.

I. Mit den beiden Cartons ($\pi \cdot 4{,}2^2$); Schwingungsdauer 5,75 Sek.

N.	Zeit	Ampl. in Bogenminuten	Logar. brigg.	Differenz der Logar.	Dekrement pro 1 Sek. brigg.	Dekrement λ_N pro 1 Schwing. in natürl. Log.
1	1ʰ49′35″	704,4	2,84782	0,10439	0,000343	0,00454
2	1ʰ54′39″	553,9	74343	09595	315	417
3	u. s. f.	444,1	64748	9021	296	392
4	nach je	360,8	55727	8671	285	377
5	53 ganzen	295,5	47056	8513	277	366
6	Oscill. oder	242,9?	38543	8245	271	359
7	304,5 Sek.	200,9	30298	8131	267	354
—	2ʰ25′6½″	166,6	22167	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	2ʰ45′35″	78,33	1,89393	0,32549	264	350
—	3ʰ 6′ 9″	37,02	56844	—	—	—

II. Ohne die Cartons; Schwingungsdauer 5,71 Sek.

1	3ʰ19′5″	758,3	2,87984	0,11619	0,0000921	0,00121
2	3ʰ40′6″	580,3	76365	11558	916	121
3	u. s. f.	444,7	64807	11519	913	120
4	nach je 221	341,1	53288	11375	902	119
5	Oscill. oder	262,5	41913	11228	890	117
6	1261 Sek.	202,7	30685	11123	881	116
—	5ʰ25′11″	156,9	19562	—	—	—

Bei dem obigen Fragezeichen war eine Störung oder ein Versehen des Beobachters vorgefallen; durch Auftragen der Dekremente als Ordinaten mit der Abscisse der Zeit ward die gerechnete Zahl 0,000280 zwischen den obigen Dekrementen 0,000285 und 0,000271 in die oben einge-

tragene 0,000 277 verbessert (s. Col. 6). Die fragliche Kurve verläuft ungefähr nach einer kubischen Parabel als Annäherung an die Exponentialkurve (s. Ende des § 19); dagegen nehmen die Dekremente in II so ziemlich linear ab.

§ 13. Zuerst berechneten wir den Einfluss von $\frac{K\omega^3}{6}$ bei $K\omega$ (§ 11) nach der von O. Chwolson in seiner Schrift „über die Dämpfung von Schwingungen bei grösseren Amplituden" (Petersburger Akademie 1879) angegebenen Formel, die wir verifiziert hatten. Die betreffende Correctur ergab sich im höchsten Falle als 0,001 mal dem in unserer Tabelle § 12 angegebenen Dekremente, fällt also über die von uns angegebenen Dezimalen hinaus. Also konnten oder mussten wir dieses Correcturglied bei Seite lassen.

Nicht so leicht war aber unsere Arbeit hinsichtlich des J im § 11, für welches wir uns die Correcturformel selber herzustellen hatten. Darum teilen wir die betreffende Entwicklung sogleich mit.

§ 14 Setzen wir in der Differentialgleichung des § 4 $\frac{H}{\mu} = 2\alpha$, $\frac{K}{\mu} = \beta^2$ und das J des § 11 gleich $\mu b'$, so lautet die erweiterte Gleichung

$$\frac{d^2\omega}{dt^2} + 2\alpha \frac{d\omega}{dt} + \beta^2\omega = -b' \left(\frac{d\omega}{dt}\right)^2 = V$$

wobei $\frac{2\pi}{T} = \sqrt{\beta^2 - \alpha^2} = \varrho$ für die Schwingungsdauer T gilt und in dem folgenden Correcturgliede v' der gesuchten Amplitude ω mit erlaubter Annäherung ϱ statt β (oder ϱ^2 statt $\varrho^2 + \alpha^2$) gesetzt wird.

Man setzt

$\omega = \omega_1 e^{-\alpha t} \sin \varrho t + v'$, worin nach der in § 13 angegebenen Quelle

$$\psi = \frac{e^{-\alpha t}}{\varrho} \cdot \left[\sin\varrho t \int V \cdot e^{\alpha t} \cos\varrho t\, dt - \cos\varrho t \int V e^{\alpha t} \sin\varrho t\, dt\right]$$
$$+ e^{-\alpha t} \cdot (A \cos\varrho t + B \sin\varrho t).$$

A und B sind aus $\psi = 0$ und $\frac{d\psi}{dt} = 0$ für $t = 0$ zu bestimmen. Die beiden angedeuteten Integrale sind

$$-\omega_1^2 b' \int e^{-\alpha t} \cdot (\varrho^2 \cos^3\varrho t - 2\varrho\alpha \cos^2\varrho t \sin\varrho t + \alpha^2 \sin^2\varrho t \cos\varrho t)\, dt$$

und

$$-\omega_1^2 b' \cdot \int e^{-\alpha t} \cdot (\varrho^2 \cos^2\varrho t \sin\varrho t - 2\varrho\alpha \cos\varrho t \sin^2\varrho t + \alpha^2 \sin^3\varrho t)\, dt.$$

Mit Hülfe von $A_k = e^{-\alpha t} \sin^{3-k}\varrho t \cdot \cos^k \varrho t$ und $J_k = \int A_k dt$, worin für k successive zu setzen ist 0, 1, 2, 3, wird

$$\left.\begin{aligned} A_0 &= -\alpha J_0 + 3\varrho J_1 \\ A_1 &= -\varrho J_0 - \alpha J_1 + 2\varrho J_2 \\ A_2 &= \quad\; - 2\varrho J_1 - \alpha J_2 + \varrho J_3 \\ A_3 &= \qquad\qquad - 3\varrho J_2 - \alpha J_3 \end{aligned}\right\} \quad \begin{aligned} &\text{Determ. } \Delta = \alpha^4 \\ &+ 10\alpha^2\varrho^2 + 9\varrho^4 \end{aligned}$$

Im Einklange mit der schon angegebenen Vernachlässigung von α^2 gegenüber ϱ^2 konnten wir auch $\Delta = 9\varrho^4$ schreiben. Dass wir dies nicht sogleich thaten, ward uns durch die zur Kontrolle der Rechnung vorzüglich geeignete Symmetrie gelohnt.

$$\begin{aligned} \Delta . J_0 &= A_0 (-\alpha^3 - 7\alpha\varrho^2) + A_1 (-3\alpha^2\varrho - 9\varrho^3) \\ &\quad + A_2 (-6\alpha\varrho^2) + A_3 (-6\varrho^3) \\ \Delta . J_1 &= A_0 (\alpha^2\varrho + 3\varrho^3) + A_1 (-\alpha^3 - 3\alpha\varrho^2) \\ &\quad + A_2 (-2\alpha^2\varrho) + A_3 (-2\alpha\varrho^2) \\ \Delta . J_2 &= A_0 (-2\alpha\varrho^2) + A_1 (2\alpha^2\varrho) \\ &\quad + A_2 (-\alpha^3 - 3\alpha\varrho^2) + A_3 (-\alpha^2\varrho - 3\varrho^3) \\ \Delta . J_4 &= A_0 (6\varrho^3) + A_1 (-6\alpha\varrho^2) \\ &\quad + A_2 (3\alpha^2\varrho + 9\varrho^3) + A_3 (-\alpha^3 - 7\alpha\varrho^2). \end{aligned}$$

Hiemit sind die a. v. S. Z. 5 u. 7 angedeuteten Integrationen, also auch der erste Teil von ψ, Zeile 1, erledigt. (Zur Zusammenfassung desselben leistet noch die Relation $A_k \cdot \cos \varrho t = A_{k+1} \cdot \sin \varrho t$ einen passenden Dienst). Für den zweiten Teil von ψ findet sich

$$A = \frac{3\omega_1{}^2 b' \varrho^2}{\Delta} (\alpha^2 + \varrho^2) \text{ und } B = -\frac{\omega_1{}^2 b' \varrho \alpha}{\Delta} (\alpha^2 + \varrho^2).$$

Alles zusammengefasst und α^2 wie gesagt als verschwindend betrachtet, wird endgültig

$$\psi = -\frac{\omega_1{}^2 b' e^{-\varepsilon \alpha t}}{9\varrho} \cdot \left(-\frac{3}{2} \varrho \cos 2\varrho t + \alpha \sin 2\varrho t + \frac{9}{2} \varrho\right)$$

$$+ \frac{\omega_1{}^2 b' e^{-\alpha t}}{9\varrho} (3\varrho \cos \varrho t - \alpha \sin \varrho t).$$

Zur Probe der Richtigkeit dieses Resultates setzten wir dasselbe in die Differentialgleichung ein. Wir rechneten auch einmal ohne obige A und Δ, indem wir in den obigen Integralen die Sinus und Cosinus der Vielfachen einführten. Auf letztere Weise wird auch Chwolson, s. vorigen §, verfahren sein.

§ 15. Nun ist die Gleichung für das Dekrement zu bilden, dessen Endwert mit λ_∞ bezeichnet werde, während die beobachteten Werte (§ 12) λ_n heissen sollen.

Die unkorrigierte Zeit τ_n der Vollendung der n^{ten} Elongation ω_n wird berechnet aus der Gleichung $\frac{d\omega_n}{dt} = 0$ und ergiebt sich als

$$\tau_n = \frac{1}{\varrho} \left[\arctan \frac{\varrho}{\alpha} + (n-1)\pi \right], \text{ woraus folgt}$$

$$\sin \varrho\tau_n = \frac{\varrho}{\sqrt{\varrho^2 + \alpha^2}} \cdot (-1)^{n-1} = (-1)^{n-1},$$

$$\cos \varrho\tau_n = \frac{\alpha}{\sqrt{\varrho^2 + \alpha^2}} (-1)^{n-1} = \frac{\alpha}{\varrho} \cdot (-1)^{n-1}.$$

Nennen wir alsdann mit Chwolson a. a. O. § 7 $\frac{\sigma}{\varrho}$ die Correctur von τ_n, so ist die n^{te} Elongation

$$\omega_n = \omega_{t=\tau_n} + \frac{\sigma}{\varrho} + \psi_{t=\tau_n}$$

$$= \omega_1 \cdot e^{-\alpha\tau_n} \cdot e^{-\alpha\frac{\sigma}{\varrho}} \cdot \sin(\varrho\tau_n + \sigma) + \psi_{t=\tau_n}$$

$$= \omega_1 \cdot e^{-\alpha\tau_n} \left(1 - \frac{\alpha\sigma}{\varrho}\right) (\sin \varrho\tau_n + \sigma \cdot \cos \varrho\tau_n) + \psi_{t=\tau_n}$$

$$= \omega_1 \cdot e^{-\alpha\tau_n} \cdot (-1)^{n-1} + \psi_{t=\tau_n}.$$

Unter Benützung des Wertes ψ vom § 14 wird hieraus

$$\omega_n = (-1)^{n-1} \cdot \omega_1 \cdot e^{-\alpha\tau_n} \cdot \left[1 - \frac{2}{3}\omega_1 b' \cdot e^{-\alpha\tau_n} \cdot (-1)^{n-1} + \frac{2}{9}\omega_1 b' \frac{\alpha}{\varrho}\right].$$

Eine ganze Schwingungszeit später, oder nach Verlauf von $\tau_{n+2} = \tau_n + \frac{2\pi}{\varrho}$ Sekunden vom Anfangspunkte der Zeit an gerechnet, ist

$$\omega_{n+2} = (-1)^{n+1} \cdot \omega_1 \cdot e^{-\alpha\tau_n} \cdot e^{-2\alpha\pi:\varrho} \cdot \left[1 - \frac{2}{3}\omega_1 b' e^{-\alpha\tau_n} \cdot e^{-2\alpha\pi:\varrho} \cdot (-1)^{n+1} + \frac{2}{9}\omega_1 b' \frac{\alpha}{\varrho}\right].$$

Also, wenn man gleich die Annäherung log nat $(1+\gamma) = \gamma$ benützt

$$\lambda_n = \log\text{nat}\left(\frac{\omega_n}{\omega_{n+2}}\right) = \frac{2\alpha\pi}{\varrho} + (-1)^{n+1} \cdot \frac{2}{3}\omega_1 b' e^{-\alpha r_n} \cdot (e^{-2\alpha\pi:\varrho} - 1).$$

Nach § 4 ist α das Dekrement in natürl. Logarithmen pro Sekunde; nach § 14 ist $\frac{2\pi}{\varrho} = T$ die Schwingungsdauer. Also ist $\frac{2\alpha\pi}{\varrho} = \lambda_\infty$ der Endwert des Dekrementes pro Schwingungsdauer. Gerade so ist also auch das beobachtete Dekrement λ_n in Rechnung zu bringen; deshalb die letzte Colonne der Tabelle in § 12. Hiemit wird, wenn fürderhin der Suffix ∞ wegbleibt,

$$\lambda_n = \lambda - (-1)^{n+1} \cdot \frac{2}{3}\omega_1 \cdot b' \cdot \lambda \cdot e^{-\lambda r_n : T}$$

Das auftretende Doppelzeichen sagt, dass nach n gleich einer ungeraden oder geraden Zahl von Elongationen die Constante b′ des Correcturgliedes $b'\left(\frac{d\omega}{dt}\right)^2$ des Gesammtwiderstandes unseres Torsionspendels beziehungsweise negativ oder positiv sein muss, wie es auch dieser Gesammtwiderstand[1]) $2\alpha \cdot \frac{d\omega}{dt}$ ist, der mit der Richtung der Geschwindigkeit $\frac{d\omega}{dt}$ sein Zeichen wechselt. Man vergleiche das im § 11 wegen des quadratischen Correcturgliedes $b\omega^2$ Gesagte. Es muss nämlich jedes beobachtete Dekrement λ_n (§ 12) grösser sein

1) Strenge genommen gehört noch der Beisatz „am Hebelarme 1" hinzu, weil in der Differentialgleichung des § 4 oder 14 statische Momente zu denken sind. Auch ist im § 14 mit dem Trägheitsmomente der Kugel (μ) wegdividiert worden.

als der beobachtete oder berechnete Endwert λ. Vergl. auch Gronau, welcher bei seiner Berechnung der Newton-'schen Pendelversuche (Danzig 1850) den Widerstand in die Differentialgleichung mit $b \frac{d\omega}{dt}$ minus $b' \left(\frac{d\omega}{dt}\right)^2$ eingeführt hat.

§ 16. Zur numerischen Berechnung der Versuche in § 12 ist statt des Suffixes n, der die Anzahl der Elongationen bedeutet, der Suffix N der dortigen Tabelle zu denken, welcher die Anzahl der Beobachtungen vorstellt.

Ferner ist die erste Elongation ω_1

mit Cartons: $\frac{1}{2} . 704{,}4 . \frac{\pi}{180 . 60}$ oder 0,1025 und

ohne Cartons: „ 758,3 „ „ 0,1103.

Einen genäherten Wert für b′ erhält man vorerst, indem man λ beziehungsweise 0,00350 und 0,00116 aus der Tabelle einsetzt, und statt λ_N die Anfangswerte 0,00454 und 0,00121. Für diese ist $\tau_n : T = \frac{1}{4}$. Für die folgenden Dekremente 0,00417 und 0,00121 wäre hernach $\tau_n : T = \frac{1}{4} + 1 . 53$, beziehungsweise $\frac{1}{4} + 1 . 221$ zu setzen; überhaupt allgemein für λ_N

mit Cartons: $\tau_N : T = \frac{1}{4} + (N - 1) . 53$

ohne Cartons: $\frac{1}{4} + (N - 1) . 221.$

Dies werden wir im § 19 brauchen. Jetzt aber genügte schon das genäherte Resultat von b′, welches „mit Cartons" gleich 5 und „ohne dieselben" gleich $\frac{1}{2}$ wurde, um uns zu zeigen, dass das Correcturglied $b' \left(\frac{d\omega}{dt}\right)^2$ unbrauch-

bar ist. Es ist viel zu gross, viel grösser als der zu corrigierende Wert $2\alpha \frac{d\omega}{dt}$ und überragt weit alle die Angaben über den Luftwiderstand in § 1 und den folgenden. Zur Vergleichung kann das im § 19 folgende b'' dienen und die hierauf folgenden §§.

So auffallend dieses Ergebnis scheinen konnte, so hatten wir doch noch einen andern Fingerzeig dafür auf dem Wege unserer wiederholten Rechnungen erhalten. Es zeigte sich nämlich, dass die im § 12 erwähnte kubische Parabel unsere $\lambda_\varkappa$ nur dann befriedigend darstellen könnte, wenn in der letzten Gleichung des § 15 der Exponent e noch einen Faktor hätte, der sich gleich 2 entzifferte. Dass wir diesen Faktor bei Benützung des Correcturgliedes

$$b''\left(\frac{d\omega}{dt}\right)^3$$

erhalten würden, hat uns diejenige Rechnung, über welche schon im § 13 berichtet wurde, gelehrt oder zunächst vermuten lassen. Indes wäre wohl auch davon abgesehen dieses letztgenannte Correcturglied an die Reihe gekommen.

Vorläufig kann schon auf den Vergleich der Schlussformeln in § 15 und 19 hingewiesen werden.

§ 17. Ehe wir auf diese dritte Potenz der Geschwindigkeit $\frac{d\omega}{dt}$ eingehen, mag es hier der geeignetste Ort sein, die von Cornu und Baille behandelte Correctur der Differentialgleichung des § 4 mit dem Gliede, welches der zweiten Potenz des Ausschlags ω proportional, eingehender zu erwähnen, als dies schon in der Anmerkung des § 11 geschehen konnte. Diese beiden Autoren integrierten in den Compt. Rend. T. 86 (1878) S. 1001 u. f. (influence des termes proport. au carré des écarts dans le mouvement oscill. de la balance de torsion) die Gleichung

$$\frac{d^2\omega}{dt^2} + h\frac{d\omega}{dt} + s\omega = w \,.\, \omega^2$$

mit

$$\omega = \omega_1 \,.\, e^{-\alpha t} \,.\, \sin 2\pi \frac{t}{T} + \frac{w \,.\, \omega_1^2 \,.\, e^{-2\alpha t}}{3s} \,.\left(1 + \cos^2 2\pi \frac{t}{T}\right)$$

worin

$$\alpha = \frac{h}{2} \text{ und } \frac{2\pi}{T} = \sqrt{s - \alpha^2} = \varrho;$$

sie fügen bei, dass sie α^2 vernachlässigt haben (gegen ϱ^2, vergl. § 14). Nun ergiebt sich aber unter dieser Voraussetznng

$$\omega = \omega_1 e^{-\alpha t} \,.\, \sin 2\pi \frac{t}{T} + \frac{w \,.\, \omega_1^2 \,.\, e^{-2\alpha t}}{3s} \,.\left(1 + \cos^2 2\pi \frac{t}{T} + \frac{4}{3}\frac{\alpha}{\sqrt{s}} \sin 2\pi \frac{t}{T} \cos 2\pi \frac{t}{T}\right)$$

$$+ \frac{w \,.\, \omega_1^2 e^{-\alpha t}}{3s} \,.\left(\frac{2}{3}\frac{\alpha}{\sqrt{s}} \sin 2\pi \frac{t}{T} - 2\cos 2\pi \frac{t}{T}\right).$$

Man sieht, dass Cornu und Baille nicht nur α^2 gegen s sondern auch α gegen $\sqrt{s}$ vernachlässigt und sogar ein von α als Faktor ganz freies Glied weggelassen haben, worüber eine Kontrollrechnung hätte Aufschluss geben müssen.

§ 18. Correctur $- b'' \left(\frac{d\omega}{dt}\right)^3 = V$ in § 14:

Die beiden S. 181 Z. 5 u. 7 stehenden Integrale werden jetzt

$$- \omega_1^3 \,.\, b'' \,.\int e^{-2\alpha t} \,.\, (\varrho^3 \cos^4 \varrho t - 3\varrho^2 \alpha \cos^3 \varrho t \sin \varrho t + 3\varrho \alpha^2 \cos^2 \varrho t \sin^2 \varrho t - \alpha^3 \cos \varrho t \sin^3 \varrho t)\, dt$$

und

$$- \omega_1^3 \,.\, b'' \,.\int e^{-2\alpha t} \,.\, (\varrho^3 \cos^3 \varrho t \sin \varrho t - 3\varrho^2 \alpha \cos^2 \varrho t \sin^2 \varrho t + 3\varrho \alpha^2 \cos \varrho t \sin^3 \varrho t - \alpha^3 \sin^4 \varrho t)\, dt.$$

Ferner

$$A_k = e^{-2\alpha t} \,.\, \cos^k \varrho t \,.\, \sin^{4-k} \varrho t, \quad \text{wobei } k = 0, 1, 2, 3, 4.$$

Lassen wir jetzt zur Abkürzung α^2 gegenüber ϱ^2 gleich von vorneherein weg, so haben wir statt der vorigen zweimal vier Glieder nur zwei Binome zu berücksichtigen. Ferner folgt

$$\left.\begin{array}{l} A_0 = -2\alpha J_0 - 4\varrho J_1 \\ A_1 = \quad \varrho J_0 - 2\alpha J_1 - 3\varrho J_2 \\ A_2 = \quad 2\varrho J_1 - 2\alpha J_2 - 2\varrho J_3 \\ A_3 = \quad 3\varrho J_2 - 2\alpha J_3 - \varrho J_4 \\ A_4 = \quad 4\varrho J_3 - 2\alpha J_4 \end{array}\right\} \begin{array}{l} \Delta = -128\varrho^4 . \alpha \\ \text{(abgekürzt).} \end{array}$$

Die beiden Constanten ergeben sich

$$A = -\frac{1}{32} . \omega_1^3 . b'' . \varrho$$

$$B = -\frac{6}{32} . \omega_1^3 . b'' . \frac{\varrho^2}{\alpha}.$$

Alles zusammengefasst wird die Correctur der Variablen ω

$$\psi = \frac{1}{32} . \omega_1^3 . b'' . \frac{\varrho}{\alpha} . e^{-3\alpha t} . (\alpha \cos^5 \varrho t + 6\varrho \cos^4 \varrho t . \sin \varrho t$$
$$- 2\alpha \cos^3 \varrho t . \sin^2 \varrho t + 12\varrho \cos^2 \varrho t . \sin^3 \varrho t$$
$$- 3\alpha \cos \varrho t . \sin^4 \varrho t + 6\varrho \sin^5 \varrho t)$$
$$- \frac{1}{32} . \omega_1^3 b'' . \frac{\varrho}{\alpha} . e^{-\alpha t} . (\alpha \cos \varrho t + 6\varrho \sin \varrho t).$$

Auch dieser Wert wurde durch Einsetzen in die Differentialgleichung kontrolliert.

§ 19. Analogie zu § 15 (jetzt die dritte Potenz der Geschwindigkeit statt der dortigen zweiten):

$$\omega_n = (-1)^{n-1} . \omega_1 . e^{-\alpha \tau_n} . \left[1 + \frac{3}{16} \omega_1^2 b'' \frac{\varrho^2}{\alpha} (e^{-2\alpha \tau_n} - 1)\right]$$

$$\omega_{n+1/2} = (-1)^{n+1} . \omega_1 . e^{-\alpha \tau_n} . e^{-2\alpha\pi : \varrho} . \left[1 + \frac{3}{16} \omega_1^2 b'' \frac{\varrho^2}{\alpha}\right.$$
$$\left. . (e^{-2\alpha \tau_n} . e^{-4\alpha\pi : \varrho} - 1)\right].$$

Folglich das natürlich logarithmische Dekrement pro Schwingungsdauer

$$\lambda_n = \lambda + \frac{3}{16} \cdot \omega_1^2 b'' \frac{\varrho^2}{\alpha} \cdot e^{-2\alpha\tau_n} \cdot (1 - e^{-4\alpha\pi : \varrho})$$

oder $\frac{2\pi}{\varrho} = T$ und $\frac{2\alpha\pi}{\varrho} = \lambda$ gesetzt

$$\lambda_n = \lambda + \frac{3}{16} \cdot \omega_1^2 b'' \frac{\varrho^2}{\alpha} \cdot e^{-2\lambda\tau_n : T} \cdot (1 - e^{-2\lambda})$$

$$= \lambda + \frac{3}{8} \cdot \omega_1^2 b'' \cdot \lambda \frac{\varrho^2}{\alpha} \cdot e^{-2\lambda\tau_n : T}$$

$$= \lambda + \frac{3}{4} \omega_1^2 b'' \cdot \pi\varrho \cdot e^{-2\lambda\tau_n : T}; \text{ wobei } \varrho = \frac{2\pi}{T} \text{ (§ 15)}$$

oder mit Rücksicht auf unsere Versuchstabelle in § 12 und wie im § 16

$$\lambda_N = \lambda + \frac{3}{2} \cdot \omega_1^2 b'' \cdot \frac{\pi^2}{T} \cdot e^{-2\lambda\tau_N : T}.$$

§ 20. Analogie zu § 16 (dritte Potenz der Geschwindigkeit statt der zweiten):

Betrachten wir das Enddekrement λ als die Unbekannte x und setzen als zweite Unbekannte

$$y = \frac{3}{2} \omega_1^2 \frac{\pi^2}{T} \cdot b'' \qquad (b'' \text{ gesucht});$$

setzen wir ferner im Exponenten (Correcturglied) für λ das aus der Beobachtung hervorgegangene 0,00350, beziehungsweise 0,00116 (mit und ohne Cartons), so ist allgemein

$$\lambda_N = x + y \cdot e^{-2\lambda\tau_N : T}$$

Wegen $\tau_n : T$ siehe § 16; dabei kann oder muss vielmehr noch für den ersten Fall N = 1 der ganze Exponent

als Null angesehen werden. Für N = 2 kommt alsdann $e^{-53\lambda}$ in die vorige Formel; für N = 3 kommt $e^{-2.53\lambda}$ u. s. w.

Auf diese Art erhält man

I. Mit Cartons	II. Ohne Cartons
0,00454 = x + y	0,00121 = x + y
0,00417 = x + y . 0,67989	0,00121 = x + y . 0,600
0,00392 = x + y . 0,46225	0,00120 = x + y . 0,360
0,00377 = x + y . 0,31428	0,00119 = x + y . 0,216
0,00366 = x + y . 0,21368	0,00117 = x + y . 0,1294
0,00359 = x + y . 0,14518	0,00116 = x + y . 0,0776
0,00354 = x + y . 0,09877	

Subtrahiert man unter I die erste und letzte, zweite und vorletzte, dritte und drittletzte Gleichung und versieht die so entstehenden Gleichungen beziehungsweise mit den Faktoren oder Gewichten 3, 2, 1, so erhält man nach Addition der drei letzteren Gleichungen

$$y = 0{,}00109$$

und x oder das gesuchte Enddekrement λ wird alsdann gleich 0,00343, während 0,00350 das letzte beobachtete Dekrement ist.

Der Unterschied beider beträgt geradezu 2 Prozent; um ebensoviel ist die am Schlusse von § 10 berechnete Grösse von n zu verringern; also wird n = 0,000 002 83, oder mit Weglassung der letzten unsicheren Stelle

$$n = 0{,}000\,002\,8.$$

Aus dem vorhin angegebenen Werte von y berechnet sich ferner

$$b'' = 0{,}0403$$

als der Coeffizient des Correcturgliedes des Gesammtwiderstandes bei den Versuchen I des § 12.

Auf analoge Weise ergiebt sich der entsprechende Coeffizient aus den sechs Gleichungen unter II; nur mit dem Unterschiede, dass bei der Combination der ersten und sechsten, zweiten und fünften, dritten und vierten Gleichung die Gewichtsfaktoren 5, 3, 1 anzuwenden sind. Das betreffende b'' beträgt

$$0{,}0019;$$

der Unterschied der beiden letzten Zahlen

$$0{,}0384$$

stellt die Constante des Correcturgliedes $b''\left(\frac{d\omega}{dt}\right)^3$ vor, welches dem von den beiden Cartons allein herrührenden Luftwiderstande $(H - H')\frac{d\omega}{dt}$ oder $2(\alpha - \alpha')\mu\frac{d\omega}{dt}$ zugehört. (s. § 6 u. 14).

§ 21. Endgültige Berechnung des Luftwiderstandes:

Es war im § 6 das Moment des Luftwiderstandes $(H - H')\frac{d\omega}{dt}$, und nach dem Widerstandsgesetz $W = n \,.\, F \,.\, v$ (§ 4) zerfällt dasselbe, wenn man einen vertikalen Streifen der beiden Cartons mit ydx und seinen Abstand (Hebelarm) von der Drehaxe mit x bezeichnet in die Elementarteile

$$n \,.\, (ydx) \,.\, \left(\frac{x\,d\omega}{dt}\right) . \, x; \text{ also}$$

$$H - H' = n\int x^2 . ydx \quad \text{oder nach § 14}$$

$2(\alpha - \alpha')\mu =$ n mal dem Trägheitsmomente der beiden Cartonflächen

$$= n \,.\, 2\pi\varrho^2 . \left(a^2 + \frac{\varrho^2}{4}\right), \text{ wenn a den Abstand}$$

des Centrums eines Cartons von der Drehaxe und ϱ den

Radius also $\pi\varrho^2$ die Fläche eines Cartons bedeutet. Deshalb war im § 6, 8, 10

$$n = \frac{(\alpha - \alpha')\mu}{\pi\varrho^2.(a^2 + \frac{\varrho^2}{4})} \text{ gesetzt worden } (a = 10 \text{ Centim.} \quad \varrho = 2{,}8, \text{ auch } 1{,}4 \text{ u. } 4{,}2).$$

Analog ist nun für das Correcturglied des Luftwiderstandes $0{,}0384 \left(\frac{d\omega}{dt}\right)^3$ (s. § 20) zu setzen, wenn n' die gesuchte Constante für die Einheiten der Fläche und Geschwindigkeit (Centimeter und Sekunde) in Grammen bedeuten soll,

$$0{,}0384 . \mu . \left(\frac{d\omega}{dt}\right)^3 = n' \int (y dx) \left(x \frac{d\omega}{dt}\right)^3 . x, \text{ oder}$$

$$0{,}0384 . \mu = n' \int x^4 . y dx$$

worin jetzt nach § 10 zu rechnen ist $\mu = 41{,}3$, und das Integral auf die beiden Kreisflächen $\pi . 4{,}2^2$ im Abstande ihrer Centra von der Drehaxe $a = 10$ zu beziehen. Folglich ist

$$0{,}0384 . 41{,}3 = n' . 2 . \pi\varrho^2 . \left(a^4 + \frac{3}{2} a^2\varrho^2 + \frac{\varrho^4}{8}\right), \quad \begin{matrix} a = 10 \\ \varrho = 4{,}2 \end{matrix}$$

$$\text{oder} \qquad n' = 0{,}000\,001\,12$$

und das Gesetz für den Luftwiderstand ist

$$\begin{aligned} W &= F . (nv + n'v^3) \\ &= F . v (0{,}000\,002\,8 + 0{,}000\,001\,1 . v^2) \end{aligned}$$

oder nahezu

$$W = 0{,}000\,002\,8 . F . v . \left(1 + \frac{2}{5} . v^2\right)$$

mit den Einheiten Gramm, Centimeter, Sekunde.

§ 22. Es entsteht noch die Frage, welche Maximal-Geschwindigkeit bei unserem Torsionspendel (§ 10 u. 12) vorgekommen ist, wegen der Gültigkeitsgränze der so eben

bestimmten numerischen Coeffizienten (vielleicht auch der ganzen Gesetzesform).

In § 16 wurde die Anfangselongation $\omega_1 = 0{,}11$ Centim. (im Abstande 1 von der Drehaxe) angegeben. Dieser Weg wurde zurückgelegt in $\frac{T}{4}$ oder 1,43 Sekunden (§ 12), so dass als mittlere Geschwindigkeit $\omega_1 \cdot \frac{4}{T}$ oder 0,08 sich ergäbe. Aber die Maximalgeschwindigkeit ergiebt sich aus $\omega = \omega_1 \sin \varrho t$, (§ 14) also $\frac{d\omega}{dt} = \omega_1 \varrho \cos \varrho t$ für $\varrho t = 0$, wobei $\varrho = \frac{2\pi}{T}$; dieselbe ist demnach $\omega_1 \frac{2\pi}{T}$ und wird aus der mittleren Geschwindigkeit durch Multiplikation der letzteren mit $\frac{\pi}{2}$ oder $\frac{11}{7}$ gefunden, das ist 0,126 oder ungefähr $^1/_8$ Centimeter. Da die Cartons am Hebelarm 10 sich befanden, so bewegten sich ihre Mittelpunkte mit der Geschwindigkeit von höchstens $1\,^1/_4$ Centimeter.

Hienach ist einstweilen die Giltgkeitsgränze des Resultates von § 21 zu bemessen.

Beispielsweise wird, wenn

$v < {}^1/_4$	Centim.,	W =	0,000 002 8	F. v
$v = {}^1/_4$	„	„	29	„
$v = {}^1/_2$	„	„	31	„
$v = {}^3/_4$	„	„	34	„
$v = 1$	„	„	39	„

§ 23. Die Ergebnisse des Vorigen lassen sich schliesslich in folgender Weise zusammenfassen:

1. Aus der kritischen Beleuchtung der Abhandlung von Cornu und Baille zogen wir im § 4 und 5 das Resultat, dass

für die kleinen Geschwindigkeiten in ihrer Drehwage der Gesammtwiderstand der zwei Cylinder (Luftwiderstand im engeren Sinne und Luftreibung) 2 bis 3 Milliontel Gramme betrug pro 1 Quadratcentimeter Fläche (F) und 1 Centimeter Geschwindigkeit (v). Die faktische Geschwindigkeit betrug aber im höchsten Falle nicht einmal $^1/_{200}$ Centimeter. Dabei ist das Gesetz

$$W = n \,.\, F \,.\, v.$$

supponiert.

Ueber die von beiden Autoren mit dem Quadrate der Amplitude erweiterte Differentialgleichung ist im § 11 und 17 die Rede gewesen.

2. Wir fanden für den Luftwiderstand zweier Cartonflächen, deren Grössen wir in den Verhältnissen 1 zu 4 zu 9 abänderten, bei den kleineren Geschwindigkeiten, oder wenn die logarithmischen Dekremente nahezu konstant waren, für $W = n\,F\,.\,v$ unter Zugrundlegung der nämlichen Einheiten Gramm, Centimeter, Sekunde

$$n = 0{,}000\,003 \text{ angenähert.}$$

S. die §§ 6, 7, 8, 10.

3. Wir verglichen diese Constante des Luftwiderstandes im engsten Sinne des Wortes mit derjenigen der Luftreibung nach dem konventionellen und noch beide nach dem absoluten Masssystem. s. § 9.

4. Wenn dagegen die logarithmischen Dekremente nicht mehr konstant waren, sondern merklich abnahmen, so versuchten wir, nachdem die Ersetzung des Sinus der Amplitude durch diese selbst als statthaft sich erwiesen hatte (§ 13), das Widerstandsgesetz

$$W = F\,.\,(av + bv^2),$$

s. § 14, 15, 16.

5. mussten aber dieses durch dasjenige

$$W = F.(nv + n'v^3)$$

ersetzen, im § 18, 19, 20, 21, wobei n den in Nro. 2 angegebenen Wert hat und n′ ungefähr $\frac{1}{3}$ von n ist.

6. Die nach dem Pendelgesetze variable Geschwindigkeit betrug bei unsern Versuchen höchstens 1 ¼ Centimeter, s. § 22. —

Weiteres hierüber behalten wir uns, wenn die Umstände günstig sind, vor.

Herr v. Pettenkofer trägt vor:

„Ueber die Bewegung der Luft in den Sielen von München.“ Von Dr. von Rozsahegyi.

In vielen Orten, welche kanalisirt sind, ist in neuerer Zeit, und namentlich in England die Frage aufgeworfen worden, ob die Luft in den unterirdischen Sielen nicht Trägerin von Infektionsstoffen, und namentlich von solchen sein könnte, deren Sitz man in den menschlichen Excrementen vermuthet. Man hat z. B. keinen Anstand genommen, die Epidemie von Abdominaltyphus, welche im Jahre 1875 die Stadt Croydon heimsuchte, von den Kanalgasen abzuleiten, welche in die Häuser gedrungen wären, und weil die höher gelegenen Stadttheile von Croydon viel mehr als die tiefer liegenden zu leiden hatten, stellte man die fernere Behauptung auf, die Kanalgase hätten das Bestreben, sich von unten nach oben zu ziehen und zu conzentrieren. Diese Fragen sind von grosser praktischer Tragweite und scheint es mir Pflicht der experimentellen Hygiene zu sein, näher darauf einzugehen. Ich veranlasste im Laufe des vorigen Sommers Herrn Dr. v. Rozsahegyi aus Budapest, welcher im Laboratorium des hygienischen Institutes arbeitete, zunächst einmal an den Münchener Sielen, welche seit 1868 von Hrn. Baurath Zenetti ausgeführt worden sind, Beobachtungen über den Zug der Luft in denselben anzustellen, ob diese wirklich ein Bestreben zeigt, aus den

Kanälen tiefer liegender Stadttheile nach denen höher liegenden sich zu verbreiten.

Dr. Rozsahegyi untersuchte die Richtung und Geschwindigkeit der Luft in den Sielen der Ludwigs- und Maxvorstadt und im neuen Schlachthauskanale auf verschiedene Weise. Zunächst untersuchte er mit Rauch, welchen er theils durch eine Mischung von Ammoniak- und Salzsäure-Dämpfen, theils durch Verbrennen einer mit Benzoeharz getränkten Cigarrenlunte entwickelte, die Richtung des Luftzuges in verschiedenen Sielstrecken und an verschiedenen Oeffnungen, welche von den Sielen nach den Strassen und Häusern führen; dann prüfte er mittels eines Recknagel'schen statischen Anemometers die Stärke des Luftzuges, und endlich entwickelte er im obersten, mittleren und untersten Theile des Sielnetzes an einzelnen Stellen grössere Mengen von Schwefelwasserstoff, und beobachtete mittels bleigetränkter und mit Glycerinlösung befeuchteter Papierstreifen, wie weit und binnen welcher Zeit sich Schwefelwasserstoff in den Kanälen aufwärts und abwärts zog.

Dr. Rozsahegyi hat diese Untersuchungen mit Umsicht durchgeführt, und ist zu folgenden Schlusssätzen gelangt:

1) Die Bewegung der Luft in den Münchener Sielen ist weit mehr nach abwärts als nach aufwärts gerichtet, d. h. sie folgt hauptsächlich dem Gefälle der Siele. Der Luftzug im unteren (tiefer liegenden) Abschnitte des Sielsystems ist stärker, als in den oberen (höher liegenden) Abschnitten.

2) Die herrschende Windrichtung im Freien hat keinen merklichen Einfluss auf Richtung und Geschwindigkeit des Luftzuges in den Sielen.

3) Die Temperatur der Sielluft war durchschnittlich 3.2 bis 5.6° C. niedriger, als die Temperatur im Freien. Auch aus dieser Temperaturdifferenz sind die beobachteten Luftbewegungen in den Sielen und ihren verschiedenen Mündungen nicht zu erklären.

4) Aufsteigender, dem Gefälle der Siele entgegengesetzter Luftzug kommt zwar vor, aber sehr selten und auf sehr kurze Strecken beschränkt.

5) Wo Haus- und Strassenentwässerungen einmünden, geht Luft aus den Sielen durch diese Einmündungen öfter hinaus, als herein, und ist auch diese partielle Bewegung nicht von der im Freien herrschenden Windrichtung abhängig. Das Hinaus- und Hereinziehen der Luft an solchen Stellen ist kein konstantes, sondern es wechselt.

6) Durch solche, sich nahe liegende Mündungen von Hausentwässerungen kann ein Austausch der Luft von einem Hause oder Hofe nach dem anderen hin stattfinden, soweit die Hausleitungen nicht mit richtig funktionirenden Wassersperren oder Syphons versehen sind.

7) Der ganz vorwaltend nach abwärts gehende, dem Gefälle der Kanäle folgende Luftzug scheint lediglich durch den Strom des in gleicher Richtung fliessenden Kanal- oder Sielwassers verursacht zu sein.

Die Beobachtungen sind im Winter, wenn die Temperatur in den Sielen höher als im Freien ist, zu wiederholen.

Die genauere Beschreibung der Versuche wird demnächst in der Zeitschrift für Biologie erscheinen.

Der Classensecretär v. Kobell spricht:

„Ueber Polarisationsbilder an Zwillingen zweiaxiger Krystalle."

Wenn man zwei Spaltungsblätter von Gyps mit den gleichen Seiten aufeinander legt und ein Blatt gegen das andere an der Bruchfläche um 180° wendet, so ist im Nörremberg'schen Polarisationsapparat bei geeigneter Stellung des Trägers eine eigenthümliche Figur, Fig. 1, zu beobachten, bestehend in einem schwarzen Kreuz mit farbigen Curven zwischen den Kreuzarmen, welche ihre concaven Seiten nach Aussen gekehrt haben und nicht nach Innen,

Fig. 1.

Fig. 2.

wie es bei den Ringen des Polarisationsbildes am Calcit und ähnlichen einaxigen Krystallen durch die basischen Flächen der Fall ist. Beim Drehen des Blattes in der Ebene ändert sich das Kreuz wie in Fig. 2 und zeigt sich in der Mitte der Figur ein farbiger Stern. Bei dieser Combination bilden die Faserflächen der beiden Individuen einen Winkel von 130° und die optischen Axenebenen kreuzen sich unter 100°.

Eine ähnliche Interferrenzfigur erhält man auch, wenn man zwei rhombische Blätter von Muskowit so aufeinander legt, dass ihre Axenebenen sich rechtwinklich kreuzen und dieses System dann in der Ebene um 45° dreht. Fig. 3. Fig. 4. Groth hat in seiner physikalischen Krystallographie p. 113 eine Abbildung davon gegeben.

Fig. 3.

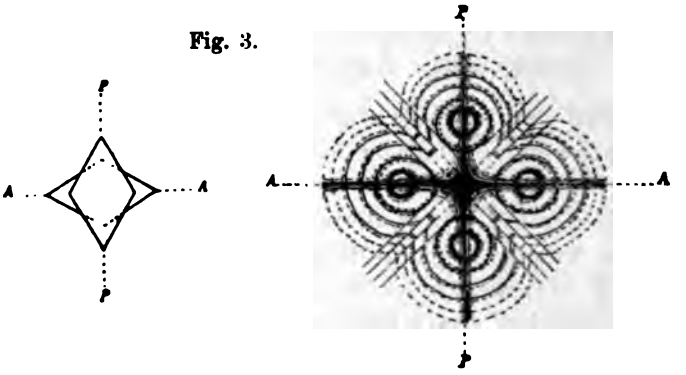
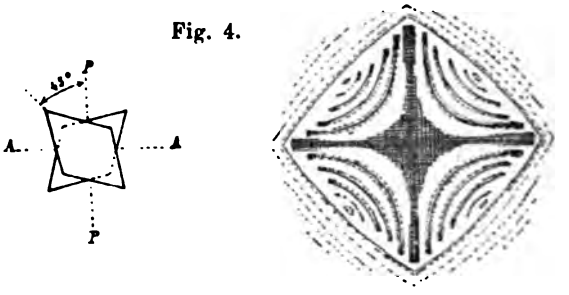


Fig. 4.



Diese durch die erwähnten Combinationen künstlich hervorgebrachten Erscheinungen habe ich auch unmittelbar an den gewöhnlichen Zwillingen des Disthen von St. Gotthard durch die Flächen der vollkommenen Spaltung beobachtet. Das Stauroskop bestimmt den Winkel, welchen die Axenebene am Disthen mit der Prismenkante bildet, zu nahe

29°, im Zwilling, welcher das Polarisationsbild giebt, schneiden sich also die Axenebenen unter 58°.

Von den Muskowiten, deren ich viele untersuchte, ist mir keine Spaltungsplatte vorgekommen, welche einem Zwilling

Fig. 5.

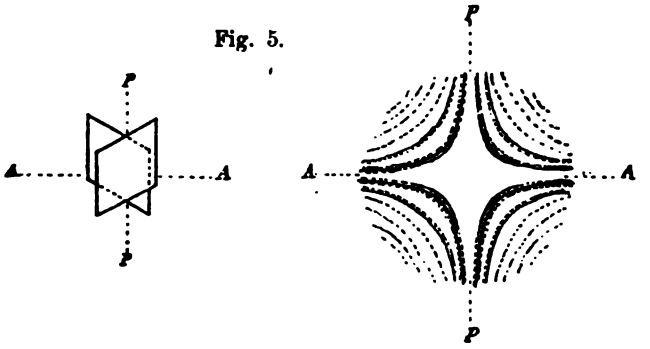
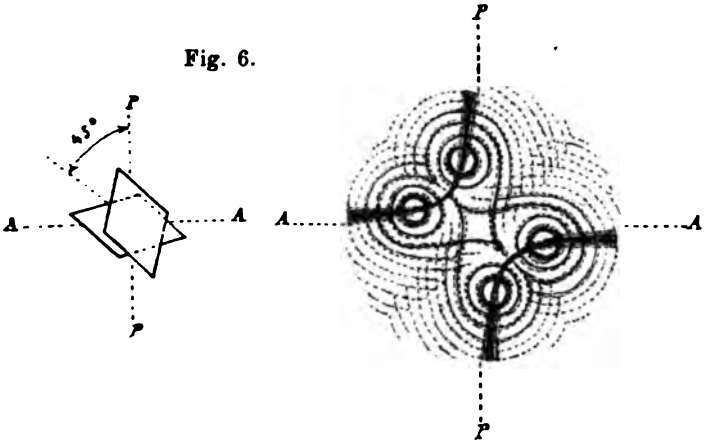


Fig. 6.



mit rechtwinklich gekreuzten Axenebenen entsprochen hätte, dagegen erkannte ich an einer Blätterschichte eines Muskowit von Portland in Conecticut einen Zwilling, wo sich die Axenebenen der Individuen unter 60° und 120° kreuzen, daher die Zwillingsebene die Prismenfläche ist. Fig. 5 u. Fig. 6.

Wenn die Ringe bei dünnen Blättern grösser werden, so sind sie nicht vollständig sichtbar, sondern nur Theile derselben, welche ihre Concavseite nach Aussen liegen haben und so die Fig. 1 bilden.

Man kann auch durch Kreuzung zweier Muskowitblätter um 60° u. 120° die Fig. 6 hervorbringen, die Bilder variren natürlich je nach der Dicke der verbundenen Blätter.

Einen ähnlichen Zwilling des Muskowit von Presburg haben Kenngott und Grailich beschrieben (Sitzungsberichte der mathem. naturwissenschaftlichen Klasse der Wiener Akademie. 1851. B. VI. u. 1853. B. XI.) und Grailich erwähnt einen solchen von Pojanska im wallachisch-illirischen Gränzdistrikt. — Hemitropien, wo die Zusammensetzungsfläche die Fläche des Prisma's von 120° und 60° und die Ebenen der optischen Axen unter 60° gegeneinander geneigt sind, kommen nicht selten vor und sind von Grailich dafür als Fundorte angegeben: Zinnwald und Schlaggenwald, Presburg, Zwiesel, Arendal, Mursucka, Jamaica, Brasilien; Zwillinge aber, wo die Individuen in der bezeichneten um 180° gewendeten Lage sich decken, sind selten und nur diese zeigen das Polarisationsbild mit den vier Ringsystemen. Aehnlich ist es beim Gyps mit natürlichen Zwillingen, an welchen zwei ausgebildete Individuen um 180° gegen einander gewendet sind; sie kommen selten in den Schwefelgruben von Girgenti vor, während Hemitropieen, deren Theile nicht übereinander, sondern nebeneinander liegen, häufig vorkommen. —

Die hier beigegebenen Figuren hat Herr Professor K. Haushofer anzufertigen die Güte gehabt. —

Sitzung vom 5. Februar 1881.

Herr v. Pettenkofer legt vor und bespricht die Abhandlung:

„Ueber den Nachweis und die Giftigkeit des Kohlenoxydes und sein Vorkommen in Wohnräumen.“ Von Dr. Max Gruber.

Seit der Entdeckung von H. St. Claire Deville und Troost, dass glühende Metalle für Gase durchgängig sind, dass speciell glühendes Eisen für Kohlenoxyd permeabel sei, wurde das Augenmerk der Hygieniker in erhöhtem Masse auf dieses Gas gelenkt. Man hat aus der Beobachtung der beiden französischen Forscher weitgehende Schlüsse auf die Gesundheitsschädlichkeit der Heizung mit eisernen Oefen und, was wichtiger ist, der Luftheizungssysteme mit eisernen Caloriferen gezogen. In zahlreichen Fällen will man bereits den Nachweis des Kohlenoxydes in der Luft derartig geheizter Räume geführt haben und schreibt schon minimalen Mengen des Gases in der Athemluft eine hohe gesundheitsschädliche Wirkung zu. Es war daher eine eingehende Untersuchung dieses Gegenstandes geboten.

Die Methoden, die zum Nachweis des Kohlenoxydes bisher angewendet wurden, haben grösstentheils nur geringen Wert, worauf schon wiederholt, unter andern auch von

G. Wolffhügel[1]), hingewiesen wurde. Wenn man von Kohlensäure befreite Luft über glühendes Kupferoxyd leitet und hierbei Neubildung von Kohlensäure beobachtet, so ist man nur berechtigt auf Anwesenheit oxydirbarer Kohlenstoffverbindungen überhaupt zu schliessen, nicht aber auf Anwesenheit von Kohlenoxyd speciell. Sind grössere Mengen solcher oxydirbarer Stoffe in einer Luft enthalten, dann kann man sie wol mit Recht als schlecht bezeichnen, wenn aber, wie gewöhnlich, nur geringe Mengen nachweisbar sind, dann wird es eine wesentlich andere Bedeutung haben, ob diese Mengen Kohlenoxyd oder ob sie Kohlenwasserstoffe sind und gerade darüber gibt die Verbrennung keinen Aufschluss. Ebenso wenig ist die directe Anwendung von Palladiumchlorürlösung zur Prüfung der Luft auf Kohlenoxyd statthaft. Gelingt es auch Ammoniak, Schwefelwasserstoff und einen Theil der schweren Kohlenwasserstoffe vor dem Eintritt des Gases in die Palladiumlösung zu entfernen, so können doch andere reducirende Stoffe, wie z. B. Sumpfgas, nicht abgehalten werden und können bei den beträchtlichen Luftmengen, die in Untersuchung genommen werden müssen, Reduction von Palladium bewirken und so einen Kohlenoxydgehalt vortäuschen.

Zum sicheren Nachweis des Kohlenoxydes darf man nicht eine Gruppenreaction sondern nur eine dieses Gas speciell characterisirende anwenden. Eine solche ist das Verhalten desselben zu Blut, die Bildung und die Eigenschaften des Kohlenoxydhämoglobin. In den letzten Jahren wurden mehrere Versuche gemacht, sie zur Luftuntersuchung zu verwerthen.

Eine sehr bequeme und bei positivem Ergebnisse durchaus zuverlässige Methode wurde von H. W. Vogel[2]) an-

---

1) Zeit. f. Biol. 14. Bd. S. 506.

2) Ber. d. d. chem. Ges. X. Bd. S. 791, XI. Bd. S. 235.

gegeben und von Wolffhügel[1]) adoptirt. Man schüttelt 100 cc der Untersuchungsluft mit einigen Cub.-Cent. sehr verdünnter Blutlösung. Noch bei Gegenwart von 0,25 % Kohlenoxyd sind im Spectralapparate die charakteristischen Absorptionsstreifen des Kohlenoxydhämoglobins wahrnehmbar. Bei weiterer Verdünnung sind diese Streifen nicht mehr zu sehen und Vogel und Wolffhügel hielten sich darnach zu dem Schlusse berechtigt, dass bei 0,25 % die Grenze des Partiardruckes liege, unterhalb welcher die Bildung des nach den Versuchen von Donders[2]) und Zuntz[2]) sich dissociirenden Kohlenoxydhämoglobins nicht mehr möglich, hiermit also auch die Grenze der Schädlichkeit erreicht sei.

Hempel[3]) gab bald darauf an, dass man bei Verwendung grösserer Luftmengen noch 0,1 % nach Vogel nachzuweisen vermöge und schlägt vor zur Absorption des Gases nicht Blutlösung sondern lebende Thiere (Mäuse) zu verwenden. Es soll möglich sein bei diesem Verfahren noch 0,05 % Kohlenoxyd zu entdecken. Zugleich beobachtete Hempel bei seinen Versuchsthieren auch noch bei Einathmung einer Luft mit weniger als 0,1 % Kohlenoxyd beträchtliche Vergiftungserscheinungen.

Vor Kurzem hat endlich v. Fodor[4]) ein etwas umständlicheres Verfahren angegeben, bei dem noch viel geringere Mengen Kohlenoxyd gefunden werden können. Nach seiner Angabe schüttelt man 10—20 Liter Luft mit mässig verdünntem Blute 15—20 Minuten lang und erhitzt das Blut in einem Kölbchen zum Sieden, während durch dasselbe Luft gesaugt wird, die vorher schon Palladiumchlorürlösung passirte und nach der Blutlösung durch Bleizucker-

---

1) A. a. O.

2) Pflüger's Arch. V. Bd. S. 20 u. S. 584.

3) Zeit. f. analyt. Chem. 18. Bd. S. 399.

4) Deutsche Viertelj. f. ö. Ges. 12. Bd. 3. Hft.

lösung, verdünnte Schwefelsäure und endlich abermals Palladiumchlorürlösung durchstreicht.

Ich habe diese Methoden nachgeprüft. Bei Anwendung grösserer Luftmengen ist es allerdings möglich, wie Hempel angibt, auch geringere Mengen Kohlenoxyd nach Vogel's Methode nachzuweisen Doch wird der Nachweis bald unsicher, da man zur Beseitigung des Absorptionsstreifens des reducirten Hämoglobin das Blut ausserordentlich verdünnen muss. 0,1 % ist nicht mehr mit Sicherheit zu erkennen. Hempel's Verfahren gab mir aus demselben Grunde kein besseres Resultat. Ich war ebensowenig wie v. Fodor im Stande, bei geringeren Mengen als 0,1 % Kohlenoxyd im Blute der Thiere zu entdecken, obwol ich eine ziemliche Uebung in der Beobachtung hatte. Dagegen gibt Fodor's Verfahren vortreffliche Resultate, falls gewisse Vorsichten beachtet werden. Das Blut muss sogleich, nachdem es aus dem Ballon entfernt ist, rasch zum Sieden erhitzt und das Durchsaugen von Luft 3—4 Stunden lang fortgesetzt werden. Man kann dann nach dieser Methode noch 1 : 20,000 Theile Kohlenoxyd oder 0,005 % mit aller Sicherheit nachweisen. Normales Blut gibt keine Spur von Reduction und auch die Kohlenwasserstoffe sind in den Verdünnungen, wie sie in der Luft von Wohnräumen vorkommen, ohne Einfluss auf das Resultat, wovon ich mich durch Versuche mit kohlenoxydfreiem Leuchtgase überzeugte.

Wie aus den Ergebnissen nach Fodor's Methode zugleich hervorgeht, ist der Schluss von Vogel und Wolffhügel nicht zutreffend. Das Unsichtbarwerden der Kohlenoxydhämoglobinstreifen beruht nicht auf der Abwesenheit dieser Verbindung, da ja auf ihrer Bildung die Möglichkeit des Nachweises eines 50mal verdünnteren Kohlenoxydgases nach Fodor's Verfahren beruht. Es kann daher auch 0,25 % nicht die Grenze der Schädlichkeit sein, wenn man auch nicht

mit Fodor dem Gase eine ganz unbegrenzte Giftigkeit zuschreiben wird.

Zu demselben Resultate haben mich Vergiftungsversuche an Thieren geführt, die ich schon vor dem Erscheinen von Fodor's Arbeit begonnen hatte. Es lagen nämlich bisher nur Versuche mit concentrirterem Kohlenoxyde bis zu 1 % herab vor, gerade die Wirkungen verdünnteren Gases aber sind vom hygienischen Standpuncte aus wichtig, und der Mangel einschlägiger Versuche gab eben der Phantasie eines Jeden freien Spielraum, die Grenze der Schädlichkeit nach Belieben hinauszuschieben.

Um entscheidende Resultate zu erzielen, mussten die Thiere längere Zeit hindurch das Gasgemische von bestimmtem Kohlenoxydgehalte athmen und im Uebrigen unter möglichst normalen Verhältnissen leben. Es musste daher auch soviel Luft zugeführt werden, dass keine Anhäufung von Kohlensäure und anderen gas- und dampfförmigen Ausscheidungen in der Athemluft stattfinden konnte. Da es unmöglich war, die hierzu erforderlichen grossen Luftmengen vor dem Versuche mit Kohlenoxyd in der gewünschten Menge zu mischen, so musste eine Vorrichtung getroffen werden, die Gase während des Versuchs mit ausreichender Genauigkeit und Gleichmässigkeit zu mischen und den Concentrationsgrad zu ermitteln. Diesen Bedingungen genügte der folgende Apparat, der auf Anwendung der Gasuhr basirt, die sich zu toxicologischen Untersuchungen mit Gasen vortrefflich eignet.

Die Thiere (Kaninchen und Hühner) wurden in den Kasten des kleinen Pettenkofer'schen Respirationsapparates gesetzt, mit Futter versorgt, die Fugen an der Thüre des Kastens mit Klebwachs verschlossen, so dass die Luft nur durch das Zufuhrsrohr eintreten konnte und der Kasten durch reichliche Luftmengen ventilirt.

In das Zufuhrsrohr wurde auf $^2/_3$ der Länge das Gasleitungsrohr eingesenkt, durch welches aus einem Glas-

gasometer das unverdünnte oder schon vorgängig mit Luft gemischte Kohlenoxydgas zugeleitet wurde. Dieses wurde aus dem Gasometer durch Wasser verdrängt, das mit constanter Geschwindigkeit entweder aus einem zur Mariotte-schen Flasche adaptirten grossen Gasometer oder aus einer grossen zweihalsigen Woulff'schen Flasche zufloss, in welcher das Niveau durch auswechselbare Berzelius-Flaschen in constanter Höhe erhalten wurde. Letztere Vorrichtung diente dazu, während des Versuches durch Wägung der Berzelius-Flaschen die Gleichmässigkeit der Kohlenoxydzufuhr constatiren zu können und insbesondere um vor Einbringen des Thieres durch Regelung des Zuflusses den gewünschten Procentgehalt der Athemluft herzustellen und zu ermitteln. Das Gas im Gasometer stand unter Atmosphärendruck und war nur durch eine wenige Millimeter hohe Wasserschicht von Aussen abgeschlossen. Am Schlusse des Versuchs wurde das Gasometer gewogen und aus der Differenz vom Anfangsgewichte unter Berücksichtigung der Temperatur das verwendete Kohlenoxyd berechnet. Aus den Angaben der Gasuhr ergab sich die Gesammtventilation und aus dem Verhältnisse beider der Procentgehalt der Athemluft an Kohlenoxyd. Wie aus der Uebereinstimmung der Vergiftungserscheinungen bei gleicher Concentration und aus der Controle durch die Berzelius-Flaschen sich ergab, geschah die Mischung sehr gleichmässig. Schwankungen im Kohlenoxydgehalte konnte der Wechsel der Temperatur bedingen, doch waren ihre Schwankungen nicht gross und ihr Einfluss wurde dadurch wesentlich vermindert, dass die Ventilation sehr bedeutend war (durchschnittlich 350 Liter per Stunde) und desshalb die Veränderung der Dichtigkeit des Gases in dem ca. 70 Liter haltenden Gasometer nicht in Betracht kam.

Ausser den Versuchen an Kaninchen und Hühnern, die in diesem Apparate angestellt wurden, führte ich auch zahlreiche Versuche an weissen Mäusen aus. Hierzu stellte ich

die Gasgemische schon vor dem Versuche her und benützte den von Hempel angegebenen handlichen Apparat aus zwei mit ihren weiten Mündungen durch ein Kautschukband zusammengehaltenen Trichtern. Die Resultate waren im Ganzen übereinstimmend mit denen bei grösseren Thieren, doch ist die Wirkung geringerer Giftmengen auf so kleine Thiere natürlich schlecht zu beurtheilen. Ich verwendete bei meinen Versuchen Concentrationen des Kohlenoxydes von 0,02 %—0,5 %. Die Dauer der Versuche schwankte bei den verdünnteren Gemischen von 10 Stunden bis 3½ Tagen. Ohne auf die Details der Einzelversuche hier näher einzugehen, werde ich nur kurz die Krankheitserscheinungen und ihre graduelle Steigerung zu skizziren versuchen.

Schon bei einem Gehalte der Athemluft von circa 0,06—0,07 % ist eine Veränderung im Verhalten des Thieres wahrnehmbar. Längstens eine halbe Stunde nach Beginn der Einathmung werden die Athemzüge flach und sehr zahlreich, ohne dass Dyspnoe vorhanden wäre. Die Thiere verhalten sich aber möglichst ruhig, da jede Bewegung eine lebhafte weitere Beschleunigung der Respiration bedingt. Bei gleichbleibender Concentration ist aber auch bei tagelanger Einwirkung ein weiteres Symptom von Erkrankung nicht wahrzunehmen. Bei Steigerung des Kohlenoxydgehaltes bis 0,1 % etwa treten keine anderen Veränderungen ein, als dass das Athmen sehr rasch erfolgt und erschwert ist, der Mund ist geöffnet, die Nasenflügel bewegen sich mit, oft wird der ganze Leib mitbewegt. Die Thiere fressen nicht oder wenig, und sitzen meist flach mit weit ausgestreckten Vorderbeinen da. Erst bei einem Gehalte von 0,15 % etwa zeigen sich weitere Krankheitserscheinungen. Die peripheren Gefässe sind stark erweitert, daher die Ohren und anderen unbehaarten Theile stark geröthet. Zu den starken Athembeschwerden gesellt sich Unsicherheit und Schwäche der Bewegungen. Das Thier schwankt,

wenn es sich aufrichtet oder geht, insbesondere die Hinterbeine gehorchen den Willensimpulsen nur mangelhaft. Es vermag den Kopf nicht mehr aufrecht zu halten, hält nur mühsam das Gleichgewicht und sinkt öfter auf die Seite. Es gleitet leicht aus und vermag die weitabgerutschten Beine erst nach einiger Zeit wieder anzuziehen. Ein Huhn zeigte bei diesem Procentgehalte der Luft merkwürdige Stellungen des Kopfes, die nur aus Schwindelgefühl erklärbar schienen und lebhaft an die Stellungen von Hühnern mit zerstörten Bogengängen erinnerten. Auch diese Erscheinungen steigern sich nicht weiter auch bei 9—10 Stunden langer Einwirkung des Gasgemisches. Steigt der Gehalt des Kohlenoxydes noch höher, so vermögen die Thiere nicht mehr sich aufrecht zu halten. Sie sinken bald auf die Seite; an die Wand des Kastens gelehnt verharren sie oft stundenlang in den unbequemsten Stellungen in tiefer Betäubung. Sie reagiren nicht auf Anklopfen oder Geräusche, die Respiration ist mühsam, die Zahl der Athemzüge noch immer hoch, aber weit geringer als bei verdünnterem Kohlenoxyde und tiefer. Doch können in diesem Stadium die Respirationsstörungen sehr hinter die Erscheinungen der Betäubung zurücktreten. Von Zeit zu Zeit erwachen sie etwas, machen ungeschickte Versuche, sich aufzurichten. Die Bewegungen sind mangelhaft coordinirt. Ist es nach vielen Schwankungen in aufrechte Stellung gelangt, so stürzt es bald wieder auf die Seite oder sinkt mit weitgestreckten Beinen auf den Bauch nieder, um sich nach langer Pause wieder aufzuraffen. Je höher der Kohlenoxydgehalt ist, um so heftiger werden die zeitweise wiederkehrenden Versuche sich aufzurichten und nehmen einen krampfartigen Charakter an. Aber auch diesen Zustand vermögen die Thiere noch lange zu ertragen. Ich liess Kaninchen eine Luft mit 0,2 % bis zu 12 Stunden, eine solche mit 0,28 % acht Stunden lang, eine mit 0,35 % und 0,36 % je 3 Stunden einathmen, ohne dass die Thiere

zu Grunde gingen; obwol bei den zwei letzten Concentrationen bei Schluss des Versuches die Zahl der Athemzüge bereits bedenklich gesunken war. Steigt aber der Kohlenoxydgehalt auf 0,4 und 0,5 %, dann verläuft die Vergiftung sehr rapid. Die Respiration wird nach wenigen Minuten stürmisch, die Thiere stürzen bald zusammen, liegen kurze Zeit regungslos, um bald darauf einige wilde Sätze zu machen, bei denen es zweifelhaft ist, ob man noch willkürliche Bewegungen oder clonische Krämpfe vor sich hat. Doch schienen sie mir stets mit der Absicht ausgeführt, die aufrechte Stellung zu erlangen. Sehr bald werden die Athemzüge seltener, 60, 40, 10, 8, 6 in der Minute, und stehen entweder plötzlich still, ohne dass eine weitere Veränderung am Thiere wahrnehmbar wäre, oder das Thier stösst kurz vor dem Tode ein oder zwei gellende Schreie aus und wird vom Opisthotonus ergriffen, der aber nie sehr hochgradig ist.

Aus diesen Versuchen ergibt sich also, dass schon überraschend geringe Mengen des untersuchten Gases giftige oder schädliche Wirkungen bedingen. Es zeigt sich aber das Auffallende, dass trotz fortdauernder Zufuhr neuer Dosen des Giftes bei gleichbleibender Concentration eine Steigerung der Giftwirkung doch nur in sehr beschränktem Masse stattfindet. In kurzer Zeit, längstens in einer Stunde, sind die Symptome zu einer gewissen Höhe entwickelt, um dann auf dieser tage- oder stundenlang annähernd gleich zu bleiben, so dass innerhalb gewisser Grenzen jeder Concentration ein bestimmter Grad der Vergiftung entspricht. Dass die Höhe der Vergiftung in der That von der Concentration und nicht von der Dauer der Einwirkung des Gases abhängt, zeigen besonders deutlich Versuche, die ich öfter wiederholte, bei denen, nach Ausbildung der Symptome, von einem höheren Kohlenoxydgehalte auf einen niedrigeren herabgegangen wurde. Trotz continuirlicher Zufuhr des Giftes nahmen die Vergiftungserscheinungen doch bedeutend ab

und die Thiere erholten sich bis zu einem gewissen Grade oder auch völlig, wenn der Kohlenoxydgehalt niedrig genug war. Es ist also unmöglich anzunehmen, wie diess Fodor gethan hat, dass im Organismus eine continuirliche Anhäufung des Kohlenoxydes stattfinde. Im Gegentheile muss der Organismus Mittel haben, das Gas unschädlich zu machen. In Uebereinstimmung hiermit steht auch, dass das Kohlenoxyd bei und unter 0,05 % nicht die geringste wahrnehmbare Wirkung hervorbringt. So hatte insbesondere ein 72stündiger Versuch mit einem trächtigen Kaninchen mit ca. 0,05 % Kohlenoxyd ein völlig negatives Resultat. Das lebhafte Thier blieb fortwährend frisch und munter und zeigte einen höchst gesunden Appetit. Um aber völlig sicherzustellen, dass es einen messbaren Grad der Verdünnung gebe, unterhalb dessen jede Schädlichkeit des Gases erlischt, stellte ich auch zwei Versuche an mir selbst an.

Die Mischung der Luft mit dem Kohlenoxyde geschah in derselben Weise wie bei den Thierversuchen im kleinen Respirationsapparate. Das aus der Gasuhr abströmende Gasgemische gelangte zunächst in ein genau äquilibrirtes Gasometer, das als Reservoir diente, und konnte von da durch den einen Schenkel eines T-rohres und ein wenige Millimeter hohes Wasserventil ins Freie entweichen. Der zweite Schenkel des T-rohres führte zu einem Müller'schen Ventil, das wieder mit dem einen Schenkel eines Mundstückes verbunden war, das zwischen Lippen und Kiefer eingeführt werden konnte und die Ausathmung durch ein zweites Müller'sches Ventil gestattete, während die Nase durch eine Klemme geschlossen wurde. Der Wasserabschluss im Müllerschen Einathmungsventil war etwas höher als bei dem für den Abfluss des continuirlichen Luftstromes bestimmten, so dass, während dieser ohne Unterbrechung abfloss, der Luftbedarf durch jenes in die Lungen geschöpft werden konnte. Zwischen Gasuhr und Gasometer war noch eine Zweig-

leitung angebracht, durch die eine Luftprobe zur Untersuchung nach Fodor abgesaugt werden konnte.

Mittelst dieses Apparates athmete ich an zwei aufeinanderfolgenden Tagen je 3 Stunden lang einmal Luft mit 0,021 %, das andere Mal Luft mit 0,024 % Kohlenoxyd ein. Obwol in den Luftproben das Gas deutlich nachweisbar war, also jedenfalls auch in meinem Blute nach Fodor's Methode nachweisbar gewesen wäre, verspürte ich doch nicht die geringste schädliche Wirkung. Als erste Symptome werden von Selbstbeobachtern, z. B. von Klebs, Hitzegefühl in den Wangen, Druck in den Schläfen, Rauschen in den Ohren, Schwindel angegeben. Nichts von alledem konnte ich wahrnehmen, obwol ich ziemlich reizbar bin. Ich las während der ganzen Versuchsdauer und hatte keine andere unangenehme Empfindung als vom Druck der Nasenklemme und von der Trockenheit des Gaumens in Folge mangelhafter Einspeichelung.

War auch die Dauer der Versuche kurz, so scheinen sie mir doch für die Unschädlichkeit des so verdünnten Gases beweisend. Nach Massgabe der Thierversuche hätten sich in dieser Zeit bereits Symptome einstellen müssen, ja, wenn im Körper wirklich eine beträchtliche Anhäufung des Kohlenoxydes stattfände, dann hätte man eine arge Vergiftung erwarten müssen, wenn man bedenkt, dass die Blutmasse eines Erwachsenen etwa 1 Liter Sauerstoff resp. Kohlenoxyd zu binden vermag und in den drei Versuchsstunden mehr als 300 ccm Kohlenoxyd in meine Lungen gelangten.

Die Grenze der Schädlichkeit des Kohlenoxydgases liegt also wahrscheinlich bei einer Verdünnung von 0,05, sicher aber von 0,02 %. [1]) Von einer beträchtlichen Anhäufung

---

1) In neuerer Zeit sind mehrere Beobachtungen veröffentlicht worden, wornach dem Kohlenoxyde eine noch grössere Giftigkeit zukommen

des Gases im Organismus kann keine Rede sein, und es fragt sich daher, auf welche Weise sich der Körper desselben entledigt. Es liegen diessbezüglich zwei Möglichkeiten vor; die Dissociation des Kohlenoxydhämoglobins und das Abdunsten des Gases entsprechend dem Partiardrucke desselben in der Aussenluft oder die Oxydation desselben zu Kohlensäure.

Da über diese Puncte lange Zeit Streit geführt wurde und die Meinungen darüber noch getheilt sind, prüfte ich in beiden Richtungen. Insbesondere schien gegen die Dissociation die Ausführbarkeit von Fodor's Verfahren zu sprechen, durch welches so minimale Mengen nachweisbar sind. Andererseits sprach die Proportionalität zwischen Concentration und Stärke der Vergiftung sehr für dieselbe, da es bei Annahme einer so lebhaften Oxydation schwer

---

würde. So führen Biefel und Poleck (Zeit. f. Biol. 16. Bd. S. 322) in ihren so sorgfältigen und mühsamen Untersuchungen ein Experiment an einem Kaninchen an, das Taumelbewegung und Sopor zeigte, während in der Athemluft 0,04 % CO nachgewiesen wurden. Diese heftigen Erscheinungen erfolgten aber um 12^h, während die Luftprobe um 5^h entnommen wurde und die Vergiftungserscheinungen zu dieser Zeit schon nachgelassen hatten.

Fodor hat (a. a. O.) eine Reihe von Vergiftungsversuchen, die in einem dem meinen ähnlichen Apparate angestellt wurden, publicirt. Darnach sollen Kaninchen schon bei 0,023 % Tetanus bekommen haben. Eine Durchsicht der Versuchstabelle führt aber zur Ueberzeugung, dass F.'s Apparat nicht genau functionirt haben kann; denn in anderen Fällen sind wieder die Symptome bei 0,2 % ja bei 0,4 % bei vierstündiger Einwirkung sehr unbedeutend, bei welch letzterer Concentration nach meinen Versuchen in einer Stunde unfehlbar der Tod eintritt. Individuelle Verschiedenheiten sind bei diesem Gifte sehr unwahrscheinlich und sind mir nicht vorgekommen.

Endlich will Hempel (a. a. O.) bei Mäusen hochgradige Giftwirkungen bei 0,06 und 0,07 % beobachtet haben. Ich habe bei etlichen 20 Versuchen an weissen Mäusen nichts Derartiges gesehen. Die Thiere athmeten nur angestrengt und waren ruhig, vielleicht etwas betäubt.

verständlich wäre, warum schon so geringe Gasmengen so schädlich wirken.

Ich habe die Versuche von Eulenburg, Donders und Zuntz wiederholt und es kann gar kein Zweifel darüber bestehen, dass das Kohlenoxydhämoglobin sich bei Körpertemperatur in beträchtlichem Masse dissociirt. Es wäre auch ohne Annahme der Abhängigkeit der Bildung desselben vom Partiardrucke des Kohlenoxydes unverständlich, warum die Vogel'sche Probe auch bei Anwendung grösserer Luftmengen im Stiche lässt. Setzen wir den Fall, wir hätten in eine 20-Liter-Flasche 6 ccm Kohlenoxyd gebracht und fügen 10 ccm Blut hinzu. 10 ccm Blut vermögen höchstens 1,7 ccm Kohlenoxyd zu binden; wenn also einfach das Kohlenoxyd den Sauerstoff austreiben würde, wäre mehr als 3mal so viel Kohlenoxyd vorhanden, um das Blut völlig zu sättigen, worauf es auch im unverdünnten Zustande die charakteristische Spectralreaction geben müsste. Aber Fodor's Verfahren selbst ist beweisend. So vortreffliche Dienste es zum qualitativen Nachweis des Kohlenoxydes leistet, zur quantitativen Bestimmung ist es unbrauchbar. Das reducirte Palladium entspricht stets nur einem geringen Theile des vorhandenen Kohlenoxydes, und zwar desshalb, weil das Blut stets nur einen kleinen Theil desselben absorbirt. Bei richtigem Verfahren verliert man bei den weiteren Operationen nichts. Folgender, öfter von mir wiederholte Versuch ist beweisend. In eine 20 Liter-Flasche werden 2 ccm Kohlenoxyd gebracht, 10 ccm Blut zugefügt, geschüttelt, nach einiger Zeit das Blut entleert, die Reste mit Wasser ausgespült und diess Verfahren mit neuen Blutproben 3 und 4mal wiederholt Das Resultat war stets das gleiche, ob jede Blutprobe 20 Minuten oder 3 Stunden mit der Luft in Berührung blieb. Alle Blutproben gaben in Fodor's Apparate die Kohlenoxydreaction und, wenigstens die 3 oder 4 ersten, annähernd in gleicher Stärke.

Nebenbei bemerkt, ermöglicht es dieses Verhalten in gerichtlichen Fällen, eine bereits untersuchte Luftprobe zur Controle der höheren Instanz zu übersenden. Es muss nur das Blut sorgfältig ausgespült und die Flasche luftdicht verschlossen werden.

Auch die insbesondere von Pokrowsky [1]) urgirte, von Dybkowsky [2]) bestätigte Oxydation findet zweifellos statt. Sie erfolgt langsam schon bei gewöhnlicher Temperatur. Auch diesen Beweis kann man mit der eben erwähnten Anordnung erbringen. Je mehr Oxyhämoglobin neben Kohlenoxydhämoglobin in einer Blutprobe enthalten ist, um so rascher wird die Oxydation verlaufen. Bringt man von den wie oben bereiteten 4 oder 5 Blutproben die 4. oder 5. sogleich in Fodor's Apparat, während man die übrigen wohlverkorkt bei gewöhnlicher Temperatur stehen lässt, so ist in letzteren schon nach 6 Stunden kein Kohlenoxyd mehr nachweisbar, während die sogleich untersuchte starke Reduction bewirkte.

Bei Körpertemperatur geht die Oxydation viel rascher vor sich, wovon ich mich wiederholt überzeugte.

Im Organismus finden also jedenfalls beide Processe statt, das Ueberwiegen der Dissociation ist mir aber aus dem oben angegebenen Grunde wahrscheinlicher.

Nachdem durch die bisherigen Versuche festgestellt war, dass es eine Grenze der Schädlichkeit des Kohlenoxydes gebe, dass es möglich sei, nach dem Verfahren Fodor's noch eine mindestens viermal kleinere Menge in der Luft nachzuweisen, durfte man hoffen durch Untersuchungen in verschiedenen Wohn- und Heizräumen Bestimmteres über das Vorkommen und damit über die hygienische Bedeutung des

---

1) Virchow Archiv 36. Bd. S. 482.

2) Hoppe-Seyler Med.-chem. Untersuchungen I. Heft 1866 S. 116.

Kohlenoxydes zu erfahren. Zwar fehlt es noch an einer quantitativen Methode, denn die von Fodor neuerdings empfohlene ist die alte fehlerhafte, aber wenigstens kann man auf folgende Weise gewisse Grenzwerthe erlangen. 20 Liter Luft werden mit 10 cc Blut geschüttelt. Das Blut wird nach Fodor auf Kohlenoxyd geprüft. Das Spülwasser davon wird im Spectralapparate untersucht. Erhält man die Reaction nach Fodor, aber die im Spectralapparate nicht, so weiss man, dass der Gehalt weniger als 0,1 % und mehr als 0,005 % beträgt.

Ferner nimmt man 100 ccm Luft etwa und prüft nach Vogel. Gab die Untersuchung der grossen Luftprobe die Absorptionsstreifen, die zweite aber nicht, dann liegt der Kohlenoxydgehalt zwischen 0,1 und 0,25 %. Eine Luft, die mehr als 0,25 % enthält, würde wohl als höchst giftig zu bezeichnen sein. Vorkommenden Falls könnten diese allerdings rohen Grenzbestimmungen doch Anhaltspuncte abgeben, ob man beobachtete Krankheitserscheinungen auf den Kohlenoxydgehalt der Athemluft beziehen dürfe.

Indess kam ich nie in den Fall, davon Anwendung zu machen, denn niemals gelang mir der Nachweis der geringsten Kohlenoxydmenge. Ich untersuchte die Luft mehrerer Laboratoriumsräume, eines Dampfkesselhauses, in dem eben ein leichter Kohlengeruch wahrnehmbar war, eines durch einen eisernen Ofen geheizten Wohnzimmers, dessen Bewohner während der kalten Jahreszeit an beständigem Kopfschmerz litten, der angeblich bei Heizung des Ofens sich steigerte, wodurch der Verdacht auf diesen gelenkt wurde: immer ohne Erfolg.

Dasselbe negative Resultat hatten mehrere Versuche, bei denen ich den eisernen Ofen eines kleinen Badezimmers stundenlang zum grössten Theile glühend erhielt. Obwol eine Luftprobe direct von der Ofenwand abgesaugt wurde, konnte ich doch keine Spur von Kohlenoxyd auffinden.

Wenn auch die Thatsache der Durchgängigkeit des glühenden Eisens für Kohlenoxyd feststeht — ich überzeugte mich abermals durch einen geeigneten Versuch davon — so wirkt doch bei einem eisernen Ofen die Druckdifferenz zwischen der Luftsäule im Kamin und der Aussenluft der Diffusion jedenfalls in bedeutendem Masse entgegen und die etwa diffundirenden Mengen sind so gering, dass sie sich selbst bei meinen der Diffusion sehr günstigen Versuchen nicht nachweisen liessen. Auch wird man berücksichtigen müssen, dass die durch die glühenden Ofenwandungen in die freie Luft diffundirenden Kohlenoxydmengen bei Entzündungstemperatur mit reichlichem Sauerstoffe zusammentreffen, daher wahrscheinlicher Weise sogleich zu Kohlensäure verbrennen. Von dieser Seite droht also von den eisernen Oefen, denen ich im Uebrigen nicht das Wort reden will, mit Bestimmtheit keine Gefahr.

Ebenso liess die Untersuchung einer Hauber'schen Luftheizung weder in der Heizkammer noch in dem geheizten Schulzimmer die geringste Spur Kohlenoxyd erkennen, obwol zehn der kleinen Caloriferen zur Hälfte rothglühend waren. Hiermit ist wol der principiellen Bekämpfung der Luftheizung von diesem Gesichtspuncte aus, der Boden entzogen. Etwaiges Vorkommen von Kohlenoxyd in Luftheizungen wird auf mangelhafte Anlage oder Instandhaltung zu beziehen sein.

Ueberhaupt gelang mir der Nachweis des Kohlenoxydes bisher nur einmal, als ich in ein Zimmer Leuchtgas in gemessenen Mengen einströmen und darin diffundiren liess. Bei einem Maximalgehalte von 0,007 % Kohlenoxyd war dasselbe nachweisbar. Der charakteristische Leuchtgasgeruch war aber bereits deutlich, wenn auch schwach erkennbar, als höchstens 0,003 % Kohlenoxyd in der Zimmerluft enthalten sein konnten.

Es ergibt sich also der Geruch empfindlicher zum

Nachweise des Leuchtgases als die Reaction auf Kohlenoxyd und ganz dasselbe zeigte sich beim Kohlendunste; auch dessen charakteristischer Geruch war wahrzunehmen, während noch kein Kohlenoxyd sich auffinden liess.

In Anbetracht 1. dass es einen Grad der Verdünnung gibt, bei welchem das Kohlenoxyd keinerlei Symptome im Organismus bewirkt;

2. dass auch bei sehr lange fortgesetzter Athmung einer das Kohlenoxyd in unschädlicher Verdünnung enthaltenden Luft keine Anhäufung dieses Gases im Körper stattfindet;

3. dass das Kohlenoxyd noch in einer weit unter der Grenze der Schädlichkeit liegenden Verdünnung nach Fodor's Methode sicher nachweisbar ist, und

4. trotzdem in mit stark glühenden eisernen Stuben- und Luftheizungsöfen geheizten Zimmern kein Kohlenoxyd zu finden war;

darf ich wohl aussprechen, dass die namentlich von der Anwendung eiserner Oefen und Luftheizungen befürchteten Gefahren für die Gesundheit in der vielfach angenommenen Weise nicht bestehen.

Die vorliegende Untersuchung wurde im hygienischen Institute des Herrn Geheimrath von Pettenkofer auf dessen Anregung ausgeführt Ich sage meinem verehrten Lehrer für seine Theilnahme und Unterstützung meinen innigsten Dank.

Der Classensecretär legt vor und bespricht eine Abhandlung von Prof. K. Haushofer:

„Ueber das Verhalten des Dolomit gegen Essigsäure."

Karsten berichtete im Jahre 1848, dass aus einem Gemenge von Calcit und Dolomit durch verdünnte Essigsäure bei 0° nur der Calcit ausgezogen werde, während der Dolomit als unlöslich zurückbleibe.[1]) Seither sind die Versuche mehrfach wiederholt worden[2]); die Angaben über die Ergebnisse lauten jedoch so wiedersprechend, dass ich schon früher auf die Nothwendigkeit einer durchgreifenden Prüfung der Thatsachen hinwies. Dies schien um so mehr geboten, als das bezeichnete Verhalten nicht blos als specielles Kennzeichen des Dolomit sich behauptete sondern auch als Beweisgrund dafür galt, dass derselbe nicht ein Gemenge sondern eine chemische Verbindung der Carbonate von Kalkerde und Magnesia sei.

Dass bei solchen Operationen auch die Bestandtheile des Dolomit in Lösung gehen, ist schon früher nachgewiesen

---

1) Karst. Arch. f. Min. XXII, 589.

2) Forchhammer Journ. f. prakt. Chem. 1850, 49, 55; Pfaff Pogg. Ann. 1851, 488; Roth Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges. 1852, 565 und Tschermak Min. Mitth. 1876, 69. T. Sterry Hunt Sill. Am. J. 1859 28, 181. Dölter u. Hörnes Jahrb. Geol. Reichsanst. 1875, 319.

worden. Allein über die relativen Mengen, über den Einfluss von Zeit, Temperatur und Concentrationsgrad des Lösungsmittels, über das Verhalten krystallisirter Varietäten finden sich keine Angaben, welche für Vergleichung ausreichen. Um in dieser Richtung experimentelles Material zu gewinnen, zugleich aber auch in der Erwartung vielleicht einige Anhaltspunkte für die Constitution des Dolomit zu finden, nahm ich eine Reihe von Lösungsversuchen mit krystallisirten und krystallinischen Normaldolomiten, Dolomiten von abweichender Zusammensetzung, mit Braunspath, Brennerit und Magnesit vor, deren Ergebnisse in den nachstehenden Tabellen zusammengefasst sind. Zur Erläuterung derselben möge Folgendes dienen.

Für die vorzunehmenden Versuche wurden folgende Vorkommnisse gewählt:

I. Dolomit aus dem Asbest des Greiners im Zillerthal; krystallisirt, ausgezeichnet klar und wasserhell, spiegelflächig spaltbar; Rhomb. = 106°14′, spec. Gew. = 2,948. Zwei Analysen unter Beobachtung aller Massregeln für die grösste erreichbare Genauigkeit des Resultates ergaben:

	I.	II.	Mittel:
$CaOCO_2$	53,52	53,58	53,55
$MgOCO_2$	44,48	44,55	44,51
$FeOCO_2$	2,02	2,03	2,02
	100,02	100,16	100,08

Das Kalk- und Magnesiacarbonat stehen fast genau in dem Mengenverhältniss gegeneinander, wie es dem Normaldolomit zukommt; die Berechnung auf die kleinsten ganzen Molecularzahlen verlangt für

31	Mol.	$CaOCO_2$	53,26	Procent
31	„	$MgOCO_2$	44,74	„
1	„	$FeOCO_2$	2,00	„

Zu minder genau der Analyse entsprechenden Zahlen gelangt man, wenn man das Eisenoxydulcarbonat als Vertreter eines Theiles Magnesiacarbonat rechnet; die nächsten sind:

31	Mol.	$CaOCO_2$	mit	54,04	Procent
30	„	$MgOCO_2$	„	43,93	„
1	„	$FeOCO_2$	„	2,03	„

II. Dolomit aus Sachsen (näherer Fundort unbekannt) krystallisirt, durchscheinend, sehr vollkommen spaltbar; Rhomb. = 106°24′, spec. G. = 2,909.

Die Analyse ergab:

		Mol.	Berechnet
$CaOCO_2$	= 52,77	27	52,77
$MgOCO_2$	= 42,55	26	42,68
$FeOCO_2$	= 4,59	2	4,55

Auch dieser Dolomit (oder Braunspath) kann als ein Normaldolomit angesehen werden, dessen Magnesia theilweise durch Eisenoxydul vertreten wird; aber auch hier entsprechen die Resultate der Analyse nicht genau einer solchen Annahme.

III. Dolomit vom Tribulaun in Tirol; feinkörnig, schneeweiss; sp. G. = 2,904.

Die Analyse ergab:

		Normaldolomit:
$CaOCO_2$	= 54,57	54,35
$MgOCO_2$	= 45,33	45,65
	99,90	

Die Zusammensetzung entspricht bis auf ganz geringe Abweichungen, die wohl auf die Fehler der Analyse bezogen werden können, genau einem Normaldolomit.

IV. Dolomit vom Tholaberg bei Redwitz im Fichtelgebirge: krystallisirt, die Flächen ein wenig gewölbt, im

Habitus dem Perlspath ähnlich. Sp. G. = 2,843; Rhomb. = 106° bis 106°10′.

Analytisches Resultat:

$$\begin{aligned} CaOCO_2 &= 57{,}40 \\ MgOCO_2 &= 38{,}00 \\ FeOCO_2 &= 4{,}80 \\ \hline & \ 100{,}20 \end{aligned}$$

Bei der Berechnung dieser Werthe auf die kleinsten ganzen Molekularzahlen erhält man

14 Mol.	= 57,37	Procent	$CaOCO_2$
11 „	= 37,86	„	$MgOCO_2$
1 „	= 4,77	„	$FeOCO_2$

Die vorhandene Menge Eisenoxydulcarbonat reicht nicht mehr hin, um die Magnesia bis zu der dem Normaldolomit entsprechenden Menge zu ergänzen; das nächstliegende Verhältniss, wenn man das Eisenoxydul zur Magnesia rechnet, wäre ein Dolomit aus

7 Mol.	$CaOCO_2$	mit 58,13	Procent
6 „	$MgOCO_2$	„ 41,87	„

V. Dolomit von d. Monte Somma. Feinkörnig, schneeweiss; sp. G. = 2,860

Die Analyse ergab:

$$\begin{aligned} CaOCO_2 &= 58{,}86 \\ MgOCO_2 &= 41{,}18 \\ \hline & \ 100{,}04\ ^{1)} \end{aligned}$$

---

1) J. Roth analysirte einen ähnlich zusammengesetzten Dolomit von demselben Fundorte mit 57,25% $CaOCO_2$ und 42,75% $MgOCO_2$; ein anderer entsprach der Formel

$$\begin{aligned} &9\ CaOCO_2 \\ &8\ MgOCO_2 \end{aligned}$$

Diese Zusammensetzung entspricht noch genauer als die von Nr. IV. dem Verhältnisse 7 $CaOCO_2 . MgOCO_2$.

VI. Dolomit von Bruneck in Tirol (aus einem Steinbruche unmittelbar an der Stadt). Dicht, graulichweiss; spec. G. = 2,852.

Nach der Analyse bestand er aus

58,36	$CaOCO_2$
41,37	$MgOCO_2$
0,25	$FeOCO_2$
99,98	

Auch diese Varietät besitzt sehr nahe die Zusammensetzung

$$\begin{cases} 7\ CaOCO_2 \text{ mit } 58,13 \text{ Procent} \\ 6\ MgOCO_2 \quad\quad 41,87 \quad \text{„} \end{cases}$$

VII. Süsswasserdolomit von Steinheim; dicht, z. Th. stalaktitisch. einem Travertin ähnlich, gelblichgrau, mit Planorbis-Steinkernen. Sp. G. = 2,704

Die Analyse gab

62,98	$CaOCO_2$
36,61	$MgOCO_2$
0,40	Organische Substanz. bei 100° getrocknet u. gewogen.
99,99	

Nach Abzug der organischen Substanz wird die Zusammensetzung

63,2	$CaOCO_2$
36,8	$MgOCO_2$

und entspricht damit annähernd einem Dolomit von dem Verhältnisse:

$$\begin{cases} 3\ CaOCO_2 \text{ mit } 64,10 \text{ Procent} \\ 2\ MgOCO_2 \quad \text{„} \quad 35,90 \quad \text{„} \end{cases}$$

VIII. Breunerit von Hall in Tyrol. Krystallisirt, schwarz. Rhomb. = 106°51′

Resultat der Analyse und Berechnung auf Molecularzahlen:

		Ohne Rückstand:	Mol:	Berechnet:
$MgOCO_2$ =	68,21	72,6	18	73,18
$FeOCO_2$ =	20,81	22,1	4	22,13
$CaOCO_2$ =	5,00	5,3	1	4,69
Unlösl. Rückstand	6,01			
	100,03 [1])			

Einfache Verhältnisse wie man sie bei chemischen Verbindungen voraussetzt, sind aus diesen Zahlen nicht abzuleiten, selbst dann nicht, wenn man das Kalkcarbonat als Beimengung betrachten will und abzieht. Dazu gibt aber das Verhalten des Minerals durchaus keine Veranlassung, denn es braust selbst als Pulver mit verdünnten Säuren in der Kälte nicht.

IX. Ferner habe ich noch den krystallisirten weingelben Magnesit von Snarum analysirt und fast genau die Resultate erhalten, welche Scheerer [2]) angibt; meine Zahlen sind

99,03	Procent	$MgOCO_2$
0,71	„	$FeOCO_2$
99,74		

Und endlich fand ich in dem weissen dichten Magnesit von Frankenstein . . . . 99,84 $MgOCO_2$ nebst Spuren von Kieselsäure und Wasser.

1) Eine von Stromeyer analysirte Varietät von demselben Fundorte und Habitus enthielt keinen Kalk und besass überhaupt eine andere Zusammensetzung, nämlich

89,6 $MgOCO_2$
8,0 $FeOCO_2$
2,4 $MnOCO_2$

2) Journ. f. prakt. Chem. $50_{,95}$.

Das Material zu den Analysen wurde als Durchschnittsprobe aus grösseren Mengen des feinen Pulvers genommen, welches bei 100° getrocknet worden war. Der leichteren Uebersicht wegen sind die Ergebnisse der Analysen auch in den folgenden Tabellen an der entsprechenden Stelle angeführt.

Gewogene Mengen des Pulvers (in d. Regel 2—3 gr.) wurden hierauf der Einwirkung eines reichlichen Ueberschusses von Essigsäure in verschiedenen Graden der Verdünnung ausgesetzt. In Folge der zwar langsam aber doch merklich stattfindenden Kohlensäureentwicklung konnte die Bildung einer gesättigten Flüssigkeitsschicht über dem Pulver nicht eintreten; dessenungeachtet wurde dasselbe oftmals aufgerührt. Die Mehrzahl der Versuche wurde bei Temperaturen zwischen 0° und —3° angestellt, einige bei 18 bis 20°. Endlich wurden einige Lösungsversuche mit Citronensäure und Salzsäure hinzugefügt. Angaben über Lösungsmittel, Zeit und Temperatur enthält die letzte Verticalcolumne.

Nach Ablauf der festgesetzten Zeit von 48 Stunden (wo nicht Abweichungen angegeben sind) wurden die Rückstände abfiltrirt, gewaschen, getrocknet, gewogen und analysirt. Sie durften keine Spur von Essigsäure mehr enthalten. Die Lösungen wurden bei einigen Versuchen zur Trockne verdunstet, geglüht und gleichfalls analysirt; später unterliess ich es, nachdem ich mich überzeugt hatte, dass die Menge des gelösten Theiles mit vollkommen genügender Sicherheit aus der Analyse des Rückstandes zu berechnen war.

Die Ergebnisse der Analysen gliedern sich in folgende Verticalcolumnen:

A. Gelöster Theil:

a) Gelöste Mengen der Carbonate, berechnet auf 100 Theile des angewandten Pulvers;

b) Zusammensetzung des gelösten Theiles nach Procenten.

B. Rückstand:

a) Rückständige Mengen der Carbonate, berechnet auf 100 Theile des angewandten Pulvers;

b) Zusammensetzung des Rückstandes nach Procenten.

I. Normaldolomit $\left(\begin{matrix}54{,}35 & CaOCO_2 \\ 45{,}65 & MgOCO_2\end{matrix}\right)$

Analyse:		A. Gelöster Theil: a. v. 100:	b. Procental:	B. Rückstand: a. v. 100:	b. Procental:	
1) Vom Greiner	$CaOCO_2$=53,55	**18,20**	51,75	**35,31**	54,44	48 Stdn. mit 50% Essigsäure [1]) bei 0° C.
	$MgOCO_2$=44,51	**16,20**	46,06	**28,27**	43,60	
	$FeOCO_2$= 2,02	**0,76**	2,19	**1,26**	1,94	
		35,16		**64,84**		
2) Derselbe		**19,21**	53,39	**34,30**	53,56	25% Essigsäure.
		16,26	45,19	**28,22**	44,07	
		0,51	1,42	**1,52**	2,37	
		35,98		**64,04**		
3) Derselbe		**17,60**	52,19	**35,91**	54,15	15% Essigsäure.
		15,68	46,50	**28,80**	43,44	
		0,44	1,31	**1,59**	2,41	
		33,72		**66,30**		
4) Derselbe		**29,67**	53,10	**23,84**	56,28	20% Citronens. (20 gr. kryst. Citronens. in 100 g Säure)
		25,18	45,08	**19,30**	41,41	
		1,02	1,82	**1,01**	2,31	
		55,87		**44,15**		

1) 50 CC Eisessig in 100 CC Säure.

5) Vom Tribu-	$CaOCO_2$=54,57	15,17	52,74	39,40	55,38	25%	Ei
laun	$MgOCO_2$=45,33	13,59	47,26	31,74	44,62	säure.	
		28,76		71,14			
6) Derselbe		21,66	53,96	32,91	54,99	25%	Ei
		18,48	46,04	26,95	45,01	säure.	
		40,14		59,86		bei 20°	
7) Derselbe		16,69	53,75	37,88	55,01	15%	Ei
		14,36	46,25	30,97	44,99	säure.	
		31,05		68,85			
7a) Aus Sachsen	$CaOCO_2$=52,77	14,55	54,45	38,06	52,28	25%	Ei
	$MgOCO_2$=42,55	11,37	42,94	30,93	42,48	säure.	
	$FeOCO_2$= 4,59	0,70	2,61	3,81	5,24		
		26,62					

II. Kalkreichere Dolomite.

		A. Gelöster Theil:		B. Rückstand:		
Analyse:		a. v. 100:	b. Procental:	a. v. 100:	b. Procental:	
8) Von der	$CaOCO_2$=58,86	13,32	68,00	45,61	56,56	Mit 50%
Somma.	$MgOCO_2$ 41,18	6,28	32,00	34,99	43,44	sigsäure.
	100,04	19,60		80,60		
9) Derselbe		18,51	66,04	40,33	55,72	Desgl. 20
		9,06	33,96	32,10	44,28	
		27,57		72,43		
10) Derselbe		18,21	69,21	40,67	55,14	Mit 10%
		8,10	30,79	33,08	44,86	sigsäure
		26,31		73,75		Stunden.
11) Derselbe		26,64	64,34	32,21	54,96	Desgl. b
		14,70	35,66	26,41	45,04	20° C.
		41,34		58,62		

12) Von der Somma.	$CaOCO_2$=58,86	**16,10**	68,92	**42,76**	55,86	Mit 5% Essigsäure bei 20° C.
	$MgOCO_2$ 41,18	**7,45**	31,07	**33,65**	44,13	
	100,04	**23,55**		**76,41**		
13) Derselbe		**29,23**	62,88	**29,63**	55,32	Mit 20% Citronens. 48 Std. bei 0°
		17,25	37,12	**23,93**	44,68	
		46,48		**53,56**		
14) Von Brunneck	$CaOCO_2$=58,36	**22,53**	64,14	**36,03**	55,43	Mit 50% Essigsäure,
	$MgOCO_2$=41,37	**12,58**	35,86	**28,86**	44,57	
	$FeOCO_2$= 0,25[1])	**35,11**		**64,89**		
	99,98					
15) Derselbe		**31,96**	63,60	**27,24**	54,55	Mit 25% Essigsäure.
		18,52	36,30	**22,56**	45,45	
		50,21		**49,80**		
16) Vom Tholaberg.	$CaOCO_2$=57,4	**36,39**	59,16	**20,91**	54,32	Mit 15% Essigs. bei 20°
	$MgOCO_2$=38,0	**22,48**	36,55	**15,42**	40,07	
	$FeOCO_2$= 4,8	**2,64**	4,29	**2,16**	5,61	
	100,2	**61,51**		**38,49**		

III. Süsswasserdolomit von Steinheim.

		A. Gelöster Theil: a. v. 100:	b. Procental:	B. Rückstand: a. v. 100:	b. Procensal:	
17)	$CaOCO_2$=62,98	**26,72**	67,32	**36,27**	60,53	Mit 50% Essigsäure.
	$MgOCO_2$=36,61	**12,97**	32,68	**23,64**	39,47	
	Rückstand= 0,40[2])	**39,69**		(0,40)		
	99,99			**60,31**		

1) Wurde nicht weiter berücksichtigt.

2) Organische Substanz, bei 100° getrocknet. Wurde bei den Rückständen in Rechnung gebracht.

18)	$CaOCO_2$=62,98	42 66	65,59	20,32	58,81	Mit 25% Essigsäure.
	$MgOCO_2$=36,61	22,38	34,41	14,23	41,19	
	Rückstand= 0,40[1])	65,04		(0,40)		
	99,99			34,95		
19)		47,11	64,29	15,87	60,29	Mit 12% Essigsäure.
		26,16	35,71	10,85	39,71	
		73,27		(0,40)		
				27,12		
20)		38,52	65,41	24,46	60,12	Mit 5% Essigsäure.
		20,39	34,59	16,22	39,99	
		58,91		(0,40)		
				41,08		
21) . . . . , ...		58,29	63,56	4,69	59,51	Mit 10% Citronensäure.
		33,42	36,44	3,19	40,49	
		91,71		(0,40)		
				8,28		
22)		11,42	67,61	51,56	62,34	15 Sec. mit sehr schwach. Salzsäure bei 18° C.
		5,47	32,39	31,14	37,66	
		16,89		(0,40)		
				53,10		

IV. Breunerit von Hall (Tirol).

		A. Gelöster Theil: a. v. 100:	A. b. Procental:	B. Rückstand: a. v. 100:	B. b. Procental: (ohne Rückstand)	
23)	$MgOCO_2$=68,21	3,23	55,88	64,98	73,64	Mit 25% Essigsäure.
	$FeOCO_2$=20,81	0,68	11,76	20,13	22,81	
	$CaOCO_2$= 5,00	1,87	32,36	3,13	3,55	
	Unlöslicher Rückstand = 6,01	5,78		6,01	(unlösl. Rückst.)	
				94,25		

1) Organische Substanz, bei 100° getrocknet. Wurde bei den Rückständen in Rechnung gebracht.

sehen und haben desshalb keine grössere Bedeutung. Mehr Beachtung verdienen die Zusammensetzungsverhältnisse der gelösten und rückständigen Theile. Schon bei den Versuchen mit normalen Dolomiten zeigen sich darin Unterschiede, welche zwar gering sind aber doch über die Gränzen der analytischen Fehler hinausreichen und insgesammt in gleichem Sinne sprechen. Im Allgemeinen nähert sich die Zusammensetzung des Rückstandes in der ersten Versuchsreihe mehr der normaldolomitischen, als die des gelösten Theiles, welcher durchwegs einen höheren Magnesiagehalt besitzt als der ursprüngliche Dolomit. Das ergibt sich besonders deutlich bei dem Versuch Nr. 5 mit dem sehr nahe normal zusammengesetzten Dolomit vom Tribulaun und führt zu dem Satze, dass sich aus dem Normaldolomit die Magnesia leichter löse als der Kalk. Der Grund dieser Erscheinung lässt sich nicht auf die Löslichkeitsverhältnisse der entstehenden essigsauren Salze von Kalk und Magnesia zurückführen. Beide sind fast zerfliesslich und lösen sich in jeder Menge Wasser. Ueberdiess war stets ein reichlicher Ueberschuss des Lösungsmittels vorhanden, die Bildung schwerlöslicher basischer Magnesiasalze ausgeschlossen und durch das Fehlen von Essigsäure im ausgewaschenen Rückstand widerlegt.

Noch auffallender, aber in entgegengesetztem Sinne, wird der Unterschied in der Zusammensetzung des gelösten Theiles und des Rückstandes bei den kalkreicheren Dolomiten der Versuchsreihen II und III. Bei diesen ist die Lösung viel reicher an Kalk als der ursprüngliche Dolomit, der Rückstand reicher an Magnesia. Letzterer kommt bei den Dolomiten der Gruppe II der Zusammensetzung des Normaldolomit um so näher, je kleiner seine Menge, je mehr gelöst ist. Man könnte daraus schliessen, dass diese Dolomite Gemenge aus Normaldolomit und Calcit seien. Die Folgerung muss aber desshalb bedenklich erscheinen,

weil zugleich sehr beträchtliche Mengen von Magnesia in Lösung gehen (bei Nr. 15 z. B. fast die Hälfte des vorhandenen Magnesiacarbonates) und weil auch krystallisirte Dolomite von ähnlicher Zusammensetzung (Nr. 16 vom Tholaberg) sich gleich verhalten; vollkommen unvereinbar mit jener Annahme ist das merkwürdige Verhalten des Dolomits der III. Versuchsreihe, bei welchem die Operation in keinem Falle zu normaldolomitisch zusammengesetzten Rückständen führte, selbst wenn man die Lösung sehr weit fortschreiten liess. (In einem Versuche, Nr. 21, betrug die Menge des Rückstandes nur noch 8,23% von dem angewandten Pulver, die Zusammensetzung desselben war aber fast die gleiche wie bei dem Versuch Nr. 17 mit demselben Dolomit, wobei 60% Rückstand geblieben waren). Dabei muss es auffallen, dass die gelösten Antheile der Dolomite unter II fast dieselbe Zusammensetzung haben wie die von III.

Obwohl sich in den vorliegenden Versuchsreihen eine gewisse Gleichartigkeit und Bestimmtheit der Erscheinungen nicht verkennen lässt, wird es doch schwer, über die Ursachen und den Zusammenhang derselben zu einem haltbaren Schluss zu kommen. Die Differenzen in der Zusammensetzung der gelösten und rückständigen Theile aller Dolomite müssen als das Ergebniss fractionirter Lösungen angesehen werden. Solche können aber bei homogenen Körpern nicht stattfinden, wenn nicht zugleich Umsetzungen in neue Verbindungen von ungleicher Lösbarkeit auftreten. Die Vorgänge bei der Auflösung des Polyhalit, Glauberit und Syngenit in Wasser gründen sich auf eine Zersetzung dieser homogenen Körper durch das Wasser, wobei sich schwerlöslicher Gyps und leichtlösliches Alkalisulfat bilden und zugleich trennen; ein gleiches gilt von dem Verhalten des Carnallit bei unzureichendem Zutritt von Wasser, wobei zerfliessliches Chlormagnesium von min-

der leicht löslichem Sylvin sich scheiden lässt [1]); auch die Zerlegung von Apatit durch kochendes Wasser in Chlorcalcium und phosphorsauren Kalk [2]) und viele andere Vorgänge z. B. die Zersetzung der Silicate durch Säuren etc. gehören in diese Reihe von Erscheinungen, können aber doch nicht als Analoga für die Zerlegung der Dolomite durch Essigsäure betrachtet werden. Freilich ist der letztere Vorgang auch keine einfache Lösung sondern eine Zersetzung, wobei sich neue Verbindungen, — die Acetate von Kalk und Magnesia — bilden. Diese sind aber so leicht und gleichmässig löslich, dass der Vorgang bei genügendem Ueberschuss des Lösungsmittels sich von dem einer einfachen Lösung kaum mehr unterscheidet. Es musste nahe liegen, an eine ungleiche Löslichkeit der beiden essigsauren Salze zu denken und darauf die Unterschiede in der Zusammensetzung des gelösten und rückständigen Theiles zurückzuführen. Ein directer Versuch spricht jedoch gegen diese Erklärungsweise. Ein Gemenge aus

73,0 kohlensaurem Kalk
27,0 kohlensaurer Magnesia

wurde in Essigsäure gelöst, die Lösung auf dem Wasserbade bis zur Staubtrockniss abgedampft, das Pulver gut gemengt und mit einer geringen Menge Wasser so rasch ausgelaugt, dass ein guter Theil ungelöst blieb; die auf diese Weise getrennten Mengen wurden für sich analysirt und ergaben:

	A. Lösung:	B. Rückstand:
$CaOCO_2$ =	72,8	73,2
$MgOCO_2$ =	27,2	26,8

1) Bischof, Steinsalzbergwerke bei Stassfurth 1864; Tschermak Ber. d. Wien. Akad. d. Wiss. 1868, 58, 144.

2) H. Rose, Pogg. Ann. 1851, 42, 559.

Die Differenzen liegen wohl innerhalb der analytischen Fehlergränzen, wenn man nicht daraus entnehmen will, dass die essigsaure Magnesia um ein Geringes leichter löslich sei als der essigsaure Kalk; ob sich aber daraus so grosse Unterschiede erklären lassen, wie die bei den Lösungsversuchen mit Essigsäure erzielten, muss doch sehr fraglich erscheinen.

Neuerdings hat die Anschauung grosse Verbreitung gefunden, dass der Normaldolomit — wenigstens in seinen krystallisirten Varietäten — eine homogene chemische Verbindung [1]), ein Doppelsalz [2]) der Carbonate von Kalk und Magnesia sei und dass auch den übrigen Mineralien der Gruppe ähnliche chemische Verbindungen als isomorphe Componenten zu Grunde lägen. Die chemische Formel des Normaldolomit müsste demgemäss mit

$$CaOCO_2 . MgOCO_2 \text{ oder } \dot{C}a\,\dot{M}g\,\ddot{C}^2,$$

die des Calcit, Magnesit etc., um die für die Isomorphie nöthige Analogie festzuhalten, mit

$$_2(CaOCO_2) \text{ oder } \dot{C}a^2\ddot{C}^2 \text{ und}$$
$$_2(MgOCO_2) \text{ ,, } \dot{M}g^2\ddot{C}^2 \text{ u. s. w.}$$

gegeben werden. Aus dem Umstande, dass die Mehrzahl der Braunspäthe, Ankerite etc. ziemlich genau der Formel $(m\,\dot{C}a\,\dot{M}g\,\ddot{C}^2 + n\,\dot{C}a\,\dot{F}e\,\ddot{C}^2)$ entspricht [3]) und aus der überraschenden Analogie, welche sich darin mit der Zusammensetzung der Diopside aus den Componenten $m\,\dot{C}a\,\dot{M}g\,\ddot{S}i^2 +$

---

1) J. Roth, Allg. u. chem. Geologie I, 52.

2) G. Bischof Lehrb. d. chem. u. phys. Geologie, 2. Aufl., II, 128, 131.

3) Vgl. E. Boricky über die Zusammensetzung der Ankerite, Tschermak Min. Mitth. 1876, 47 ff.

n $\dot{C}a\ \dot{F}e\ \ddot{S}i^2$ [4]) zeigen würde, erwächst der Theorie eine beachtenswerthe Unterstützung. Allein die Möglichkeit, normale Dolomite durch Lösung zu fractioniren, stimmt nicht damit überein. Viel besser lässt sich die Gesammtheit der vorliegenden Thatsachen mit der u. a. von Rammelsberg vertretenen Ansicht in Einklang bringen, wonach die Dolomite etc. isomorphe Mischungen aus den einfachen Carbonaten von Kalk, Magnesia etc. sind. Der grössere Widerstand der krystallisirten kohlensauren Magnesia (Magnesit) gegen die Auflösung im Vergleich mit Calcit ist bekannt und auch in den vorliegenden Versuchen ziffermässig ausgedrückt (Nr. 24). Man darf aber den Widerstand gegen die Trennung der Moleküle durch die Lösung nicht mit der Löslichkeit in quantitativem Sinne verwechseln, d. h. mit der Menge, in welcher eine Substanz sich überhaupt bis zur Sättigung in einer Flüssigkeit auflöst. Diese ist bei den Magnesiasalzen im allgemeinen sogar grösser als bei den Kalksalzen, z. B. bei den Sulfaten beider. So wird es einerseits erklärlich, wie die Widerstandsfähigkeit der Magnesitmoleküle den in der Krystallpartikel des Dolomit symmetrisch zwischengelagerten Calcit vor der Auflösung schützen und diese im ganzen dadurch verzögern kann, andererseits aber auch, wie die Lösung sogar etwas mehr Magnesia aufnehmen kann, sobald sie einmal vor sich geht.

Bei kalkreicheren Dolomiten ist die Zahl der Calcitmoleküle in der Krystallpartikel eine grössere als die der Magnesitmoleküle; letztere werden den Calcit nicht mehr in dem gleichen Maasse vor der Auflösung schützen und man kann sich, anknüpfend an die Idee einer symmetrischen Anordnung der Moleküle, unschwer eine Vorstellung davon machen, wie in solchem Falle eine das Zusammensetzungs-

4) Vgl. Tschermak in dessen Min. Mitth. 1871, 30 und Döltter, ebend. 1877, 3. Hft. und 1878, 200.

verhältniss weit übersteigende Menge von Calcit gelöst werden kann.

Wenn auch die für eine Reihe von analogen Problemen wichtige Frage nach der Constitution des Dolomit durch die vorliegende Untersuchung in keiner Richtung entschieden werden konnte, so mögen darin doch vielleicht Stützpunkte liegen, die im Zusammenhang mit anderen künftig einmal eine Grundlage für die Lösung der Aufgabe bilden können.

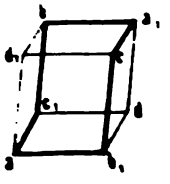
Herr Gustav Bauer legte folgende Mittheilung von Herrn H. Schröter in Breslau vor:

„Ueber eine Eigenschaft des geradlinigen Hyperboloids."

In den Sitzungsberichten vom 5. Juni 1880 hat Herr G. Bauer eine Mittheilung gemacht, in welcher er eine Eigenschaft eines auf einem einschaligen Hyperboloid verlaufenden räumlichen Sechsecks, dessen drei Paar Gegenseiten drei beliebige Paare paralleler Erzeugender des Hyperboloids sind, als allgemein gültig nachweist, während Herr H. Vogt dieselbe nur für ein Tripel von Normalstrahlen auf dem gleichseitigen Hyperboloid bewiesen hatte. Ich erlaube mir dieser Eigenschaft der Figur noch zwei andere hinzuzufügen, die mit jener auf gleicher Linie stehen, indem alle drei aus den bekannten Relationen für die conjugirten Durchmesser einer Oberfläche zweiter Ordnung entspringen.

Drei beliebige Paare paralleler Erzeugender eines einschaligen Hyperboloids lassen sich zu einem räumlichen Sechseck

$$a\ b_1\ c\ a_1\ b\ c_1$$



zusammenstellen, welches auf dem Hyperboloid verläuft. Verbindet man je zwei aufeinanderfolgende Seiten dieses Sechsecks durch eine Ebene, so erhält man die sechs Seitenflächen eines Parallelepipeds, von

welchem $\mathfrak{a}\mathfrak{a}_1$ $\mathfrak{b}\mathfrak{b}_1$ $\mathfrak{c}\mathfrak{c}_1$ drei Paar Gegenecken sind, während das vierte Paar Gegenecken $\mathfrak{d}\mathfrak{d}_1$ nicht auf dem Hyperboloid liegt. Bezeichnen wir die vier Diagonalen des Parallelepipeds durch

$$\mathfrak{a}\mathfrak{a}_1 = a \quad \mathfrak{b}\mathfrak{b}_1 = b \quad \mathfrak{c}\mathfrak{c}_1 = c \quad \mathfrak{d}\mathfrak{d}_1 = d$$

so sind die drei ersteren zugleich die drei Hauptdiagonalen des räumlichen Sechsecks. Eine durch zwei parallele Gegenkanten des Parallelepipeds gelegte Ebene, welche dasselbe halbirt und eine Diagonalebene des Parallelepipeds ist, bildet ein Parallelogramm, dessen vier Ecken zwei Paare von Gegenecken des Parallelepipeds sind. Wir erhalten demgemäss sechs Diagonal-Parallelogramme, deren Flächeninhalte wir so bezeichnen:

Parallelogramm	$[\mathfrak{b}\mathfrak{c}\mathfrak{b}_1\mathfrak{c}_1] = p$	Parallelogramm	$[\mathfrak{d}\mathfrak{a}\mathfrak{d}_1\mathfrak{a}_1] = p_1$
	$[\mathfrak{c}\mathfrak{a}\mathfrak{c}_1\mathfrak{a}_1] = q$		$[\mathfrak{d}\mathfrak{b}\mathfrak{d}_1\mathfrak{b}_1] = q_1$
	$[\mathfrak{a}\mathfrak{b}\mathfrak{a}_1\mathfrak{b}_1] = r$		$[\mathfrak{d}\mathfrak{c}\mathfrak{d}_1\mathfrak{c}_1] = r_1$

Ist endlich v das Volumen des Parallelepipeds, so gelten für das gegebene einschalige Hyperboloid, wie auch die drei Paare paralleler Erzeugender auf demselben gewählt werden mögen, die drei Beziehungen:

$$\begin{cases} \text{I.} & v = \text{const.} \quad \text{(Bauer)} \\ \text{II.} & a^2 + b^2 + c^2 - d^2 = \text{const.} \\ \text{III.} & p^2 + q^2 + r^2 - p_1{}^2 - q_1{}^2 - r_1{}^2 = \text{const.} \end{cases}$$

Für den besonderen Fall dreier Normalstrahlen auf dem gleichseitigen Hyperboloid giebt die erste Beziehung den schon von Herrn Vogt bewiesenen Satz, dessen allgemeine Gültigkeit Herr Bauer nachgewiesen hat, die zweite Beziehung (da $a = b = c = d$ wird wegen der Rechtwinkligkeit des Parallelepipeds) die von H. Vogt angegebene Eigenschaft, dass die Ecken aller solcher Parallelepipeda auf einer Kugelfläche liegen, endlich die dritte Beziehung (da $p_1 = p$, $q_1 = q$, $r_1 = r$ wird) den besonderen Werth

Null der Konstanten, woraus die bekannte Bedingung für das gleichseitige Hyperboloid hervorgeht.

Die aus irgend drei Paaren von parallelen Erzeugenden eines einschaligen Hyperboloids bestehende Figur lässt eine doppelte Auffassung zu; in dem räumlichen Sechseck, dessen Seiten die abwechselnd den beiden Regelschaaren angehörigen Erzeugenden sind, können sowohl die Schnittpunkte je zweier auf einander folgender Seiten:

$$\mathfrak{a}\ \mathfrak{b}_1\ \mathfrak{c}\ \mathfrak{a}_1\ \mathfrak{b}\ \mathfrak{c}_1$$

als Ecken eines Sechsecks, wie auch die je zwei aufeinanderfolgende Seiten verbindenden Ebenen als Seitenflächen eines Sechsflachs aufgefasst werden; das letztere ist oben geschehen und das von diesen sechs Berührungsebenen des Hyperboloids gebildete Parallelepiped bot die oben ausgesprochenen Eigenschaften dar. Wählen wir aber die erstere Auffassung, so bilden die sechs Punkte $\mathfrak{a}\ \mathfrak{b}_1\ \mathfrak{c}\ \mathfrak{a}_1\ \mathfrak{b}\ \mathfrak{c}_1$ ein räumliches Sechseck oder in gewöhnlicher Ausdrucksweise die sechs Ecken eines (schiefwinkligen) Oktaëders, dessen drei schiefwinklige Axen die drei Hauptdiagonalen

$$\mathfrak{a}\ \mathfrak{a}_1 \quad \mathfrak{b}\ \mathfrak{b}_1 \quad \mathfrak{c}\ \mathfrak{c}_1$$

sind. Dieses Oktaëder hat also 6 Ecken, 8 Seitenflächen und 12 Kanten.

Von den 12 Kanten des Oktaëders liegen sechs als Erzeugende auf dem Hyperboloid, die sechs übrigen nicht; von den acht Seitenflächen des Oktaëders sind sechs Berührungsebenen des Hyperboloids, die beiden übrigen nicht; unsere obigen drei Sätze lassen sich nun mit Rücksicht auf diese Auffassung des Oktaëders so aussprechen:

I. Der räumliche Inhalt des Oktaëders bleibt von unveränderlichem Werthe.

II. Die Summe der Quadrate derjenigen sechs Kanten des Oktaëders, welche Erzeugende

des Hyperboloids sind, vermindert um die Summe der Quadrate der sechs übrigen Kanten des Oktaëders, bleibt von unveränderlichem Werthe.

III. Die Summe der Quadrate derjenigen sechs Seitenflächen des Oktaëders, welche Berührungsebenen des Hyperboloids sind, vermindert um die Summe der Quadrate der beiden übrigen Seitenflächen des Oktaëders, bleibt von unveränderlichem Werthe.

Hieran knüpfte Herr Bauer einige Bemerkungen:

„Ueber Tripel von Geraden, welche auf einem Hyperboloid liegen."

Den allgemeinen Satz über das geradlinige Hyperboloid, welchen ich der hohen Classe vorigen Sommer mittheilte und auf welchen Herr Schröter Bezug nimmt, habe ich aus einer von Herrn Vogt gefundenen Eigenschaft spezieller Tripel auf einem speziellen Hyperboloid abgeleitet. Es ergaben sich mir aber damals schon durch dieselbe Betrachtung unmittelbar noch mehrere Sätze über Tripel von Geraden, die auf einem Hyperboloid liegen, welche ich, veranlasst durch die Mittheilung von Herrn Schröter, hier nachtragen will.

1) Ist ein geradliniges Hyperboloid U gegeben und eine andere zu U concentrische Fläche zweiter Ordnung U′, und wir nehmen an (wozu nur eine Bedingung zu erfüllen ist), dass U′ ein Tripel von conjugirten Durchmessern habe, welche auf dem Asymptotenkegel von U liegen, so hat U′ einfach unendlich viele solche Tripel und es gibt dann auf dem Hyperboloid in der einen und andern Regelschaar un-

endlich viele Tripel von Geraden, welche Tripeln conjugirter Durchmesser von U′ parallel sind. Ein solches Tripel der einen Regelschaar und die Parallelen der andern Schaar bilden auf dem Hyperboloid ein räumliches Sechseck, dessen Seiten conjugirten Durchmessern von U′ parallel sind.

Nun hat Herr Vogt [1]) nachgewiesen, dass, wenn das Hyperboloid Tripel von zu einander rechtwinkligen Geraden hat, die Ecken aller durch diese Tripel bestimmten Sechsecke auf dem Durchschnitt des Hyperboloids mit einer concentrischen Kugel liegen. Bemerkt man nun, dass die spezielle Eigenschaft dieses „gleichseitigen" Hyperboloids darin besteht, dass es Tripel von Geraden hat, welche zu Tripeln conjugirter Durchmesser einer Kugel parallel sind, so ergibt sich durch affine Transformation, da bei derselben ähnliche und ähnlich liegende Flächen sich wieder in solche transformiren, folgender allgemeine Satz:

I. Liegt auf einem Hyperboloid U ein Sechseck, dessen Seiten paarweise zu einem Tripel conjugirter Durchmesser einer andern Fläche U′ 2ter Ord. parallel sind, so liegen auf U unendlich viele solche Sechsecke und die Ecken aller dieser Sechsecke liegen auf dem Durchschnitt von U mit einer concentrischen zu U′ ähnlichen und ähnlich liegenden Fläche 2ter Ord. V.

2) Wir können nun aber auch den reciproken Fall betrachten und annehmen, die Fläche U′ habe ein Tripel conjugirter Diametralebenen, welche den Asymptotenkegel des Hyperboloids U berühren; dann gibt es einfach unendlich viele solche Tripel. Jede Ebene, welche den Asymptotenkegel von U berührt, enthält aber zwei zu der Berührungslinie parallele Gerade des Hyperboloids U und ein Tripel von solchen Ebenen schneidet daher aus U ein Sechseck

1) Journ. v. Borch. Bd. 86. S. 297 „Ueber ein besonderes Hyperboloid."

aus, aus Paaren paralleler Geraden gebildet. Die zwei Geraden auf einer Ebenen gehören den zwei Regelschaaren an; die eine sei die Gerade λ_1, die zweite die Gerade μ_1; auf einer zweiten Ebene liegen die zwei Parallelen λ_2, μ_2. Diese Geraden schneiden sich auf dem Durchschnitt der zwei Ebenen in zwei Punkten $(\lambda_1 \mu_2)$ und $(\lambda_2 \mu_1)$. Drei conjugirte Diametralebenen von U′, welche den Asymptotenkegel von U berühren, schneiden mithin aus U ein Sechseck, von Paaren paralleler Geraden gebildet, aus, dessen drei Hauptdiagonalen Tripel conjugirter Durchmesser von U′ sind.

Wir erhalten dann den in gewissem Sinne zum vorigen reciproken Satz:

II. Liegt auf einem Hyperboloid U ein Sechseck, von Paaren paralleler Seiten gebildet, dessen Hauptdiagonalen ein Tripel conjugirter Durchmesser einer zweiten Fläche U′ sind, so gibt es einfach unendlich viele solche Sechsecke auf dem Hyperboloid. Die Ebenen der Ecken aller dieser Sechsecke, oder mit anderen Worten die Seitenflächen der Parallelepipede bestimmt durch diese Sechsecke (Tangentialebenen von U) umhüllen eine mit U concentrische zu U′ ähnlich und ähnlich gelegene Fläche 2ter Ord. W.

3) Es lassen sich aber nun auch diese Flächen V und W ganz allgemein analytisch bestimmen.

Nehmen wir zunächst an, es seien die beiden Flächen U und U′ in der Form gegeben:

$$\frac{x^2}{a} + \frac{y^2}{b} + \frac{z^2}{c} = 1 \qquad 1)$$

und

$$\frac{x^2}{A} + \frac{y^2}{B} + \frac{z^2}{C} = 1 \qquad 2)$$

und die erste Fläche U habe Tripel von Geraden parallel zu Tripeln conjugirter Durchmesser der zweiten Fläche U′, so muss die Bedingung erfüllt sein:

$$\frac{A}{a}+\frac{B}{b}+\frac{C}{c}=o \qquad 3)$$

und es findet sich sodann für die Fläche V des Satzes I die Gleichung:

$$\frac{x^2}{A}+\frac{y^2}{B}+\frac{z^2}{C}=\frac{a}{A}+\frac{b}{B}+\frac{c}{C} \qquad 4)$$

Man bemerke, dass, wenn die Fläche U 1) ein geradliniges Hyperboloid ist, die Fläche U′ eine beliebige Fläche sein kann, nur können, wenn U′ ebenfalls ein geradliniges Hyperboloid ist, die uneigentlichen Axen der zwei Hyperboloide nicht zusammenfallen.

Die Fläche V 4) ist immer reell, und zwar

a) wenn U′ ein Ellipsoid oder eine imaginäre Fläche ist, ein Ellipsoid;

b) wenn U′ ein ein- oder zweischaliges Hyperboloid ist, ein zweischaliges Hyperboloid. [1])

Nehmen wir aber nun an, dass die Fläche U′ 2) Tripel conjugirter Diametralebenen habe, welche dem Asymptotenkegel von U 1) umschrieben sind, so bedingt dieses die Relation:

$$\frac{a}{A}+\frac{b}{B}+\frac{c}{C}=o \qquad 5)$$

Die Fläche 2) schreibt sich sodann in Ebenencoordinaten:

$$Au^2+Bv^2+Cw^2=1$$

---

1) Ist speziell die Fläche U′ eine Kugel, so haben wir den von Herrn Vogt betrachteten Fall des gleichseitigen Hyperboloids. Die Bedingung hiefür wird:

$$\frac{1}{a}+\frac{1}{b}+\frac{1}{c}=o$$

und die Fläche V wird die Kugel:

$$x^2+y^2+z^2=a+b+c.$$

und dieselbe Analyse gibt uns die Gleichung der Fläche W des Satzes II in der Form: [1])

$$A u^2 + B v^2 + C w^2 = \frac{A}{a} + \frac{B}{b} + \frac{C}{c} \qquad 6)$$

oder in Punktcoordinaten:

$$\frac{x^2}{A} + \frac{y^2}{B} + \frac{z^2}{C} = \frac{1}{\frac{A}{a} + \frac{B}{b} + \frac{C}{c}}.$$

Es ist übrigens leicht zu sehen, dass ein und dieselbe Fläche 2) nicht die beiden Voraussetzungen, die wir hier gemacht und durch die Bedingungsgleichungen 3) und 5) analytisch definirt sind, zugleich erfüllen kann.

4) Diese für die speziellen Formen 1) 2) der zwei Flächen U, U′ erhaltenen Resultate lassen sich nun sofort verallgemeinern.

Sei

$$U = a_{11} x^2 + a_{22} y^2 + a_{33} z^2 + 2 a_{12} xy + 2 a_{13} xz + 2 a_{23} yz$$
$$U' = a'_{11} x^2 + a'_{22} y^2 + a'_{33} z^2 + 2 a'_{12} xy + 2 a'_{13} xz + 2 a'_{23} yz$$

und die Gleichung der zwei concentrischen Flächen in der Form gegeben:

$$U = 1 \qquad 7)$$
$$U' = 1 \qquad 8)$$

---

1) Ist die Fläche U′ eine Kugel, so hat das Hyperboloid Sechsecke mit Paaren paralleler Seiten, deren Hauptdiagonalen rechtwinklig zu einander sind. Die Bedingung hiefür wird:

$$a + b + c = 0$$

Die durch diese Sechsecke bestimmten Parallelepipede umhüllen die Kugel:

$$x^2 + y^2 + z^2 = \frac{1}{\frac{1}{a} + \frac{1}{b} + \frac{1}{c}}.$$

wo der gemeinschaftliche Mittelpunkt zum Anfangspunkt der Coordinaten genommen ist.

Die Invarianten Φ und Θ eines Systems zweier Flächen 2ter Ordnung [1]) gehen für die zwei Flächen 7) 8) (da hier $a_{14} = a_{24} = a_{34} = 0$ und $a'_{14} = a'_{24} = a'_{34} = 0$ ist) über in

$$\begin{aligned}\varphi = {} & a_{11}(a'_{22}a'_{33} - a'^2_{23}) + a_{22}(a'_{11}a'_{33} - a'^2_{13}) \\ & + a_{33}(a'_{11}a'_{22} - a'^2_{12}) + 2a_{23}(a'_{13}a'_{12} - a'_{11}a'_{23}) \\ & + 2a_{13}(a'_{21}a'_{23} - a'_{22}a'_{13}) + 2a_{12}(a'_{31}a'_{32} - a'_{33}a'_{12})\end{aligned} \qquad 9)$$

und

$$\begin{aligned}\theta = {} & a'_{11}(a_{22}a_{33} - a^2_{23}) + \cdot + \cdot \\ & + 2a'_{23}(a_{13}a_{12} - a_{11}a_{23}) + \cdot + \cdot\end{aligned} \qquad 10)$$

Diese Grössen φ und θ sind Invarianten für affine Transformation. Für die Flächen 1) und 2) reducirt sich φ auf

$$\frac{1}{ABC}\left(\frac{A}{a} + \frac{B}{b} + \frac{C}{c}\right)$$

und ebenso θ auf

$$\frac{1}{abc}\left(\frac{a}{A} + \frac{b}{B} + \frac{c}{C}\right).$$

Es sind aber zugleich die Grössen abc und ABC, welche das Volumen des Parallelepipeds gebildet von drei conjugirten Durchmessern der Fläche darstellen, Invarianten für affine Transformation. Durch dieselbe geht nämlich $\frac{1}{abc}$ über in

$$\Delta = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix} \qquad 11)$$

und $\frac{1}{ABC}$ in

1) Salmon „An. Geom. des Raumes", bearb. v. Fiedler, 2. Aufl. I. Th. Cap. IX.

$$\Delta' = \begin{vmatrix} a'_{11} & a'_{12} & a'_{13} \\ a'_{21} & a'_{22} & a'_{23} \\ a'_{31} & a'_{32} & a'_{33} \end{vmatrix} \qquad 12)$$

Es sind mithin die Ausdrücke

$$\frac{a}{A} + \frac{b}{B} + \frac{c}{C} \text{ und } \frac{A}{a} + \frac{B}{b} + \frac{C}{c}$$

absolute Invarianten für affine Transformation.

Transformiren wir daher die Flächen 1) 2) affin in die Flächen 7) und 8)

$$U = 1, \quad U' = 1,$$

so tritt an die Stelle der Bedingungsgleichung 3) die Gleichung

$$\varphi = 0 \qquad 13)$$

und die Gleichung der Fläche V wird

$$U' = \frac{\theta}{\Delta}. \qquad 14)$$

An die Stelle der Bedingungsgleichung 5) tritt die Gleichung

$$\theta = 0 \qquad 15)$$

und die Gleichung der Fläche W wird

$$U' = \frac{\Delta'}{\varphi}. \qquad 16)$$

5) Man bemerke nun noch, dass die zwei Invarianten θ und φ durch Vertauschung der a und a′ oder von U und U′ in einander übergehen. Hierin spricht sich zunächst analytisch der Satz von Hesse aus: [1]) „Ist ein Kegelschnitt K einem Dreieck umschrieben, das einem zweiten Kegelschnitt K′ conjugirt ist, so ist gleichzeitig dieser zweite Kegelschnitt K′ einem Dreieck eingeschrieben, das dem ersten Kegelschnitt K conjugirt ist, und umgekehrt.“

1) Hesse, Vorles. über anal. Geometrie des Raumes 1861, S. 715.

Für geradlinige Hyperboloide ergibt sich daraus folgender Satz:

„Sind

$$U = 1, \quad U' = 1$$

zwei concentrische geradlinige Hyperboloide, und es findet die Bedingung

$$\varphi = 0$$

statt, so besteht zwischen den zwei Hyperboloiden U, U′ eine gewisse Reciprocität in der Weise, dass die Fläche U Sechsecke enthält, gebildet aus Paaren paralleler Seiten, welche zu drei conjugirten Durchmessern von U′ parallel sind, und zugleich U′ Sechsecke enthält, deren Hauptdiagonalen drei conjugirte Durchmesser von U sind. Die Sechsecke auf U sind zugleich der Fläche V

$$U' = \frac{\Theta}{\Delta}$$

eingeschrieben; die Parallelepipede bestimmt durch die Sechsecke auf U′ sind zugleich der Fläche W

$$U = \frac{\Delta}{\Theta}$$

umschrieben. Die Flächen V und W sind zweischalige Hyperboloide."

Berichtigung.

In der Mittheilung von W. von Beetz pag. 161 dieses Heftes ist zu lesen:

pag. 161 Z. 1 von unten „dieselbe gleichzeitig" statt „B".
„ 162 „ 10 „ oben A statt B.
„ 162 „ 12 „ „ B „ A.

Verzeichniss der eingelaufenen Büchergeschenke.

Vom Museum of comparative zoology in Chambridge, Mass:

a. Memoirs. Vol. VII. 1880. 4°.
b. Bulletin. Vol. 7. 1880. 8°.

Von der Chemical Society in London:

Journal Nr. 214 (Sept. 1880). 8°.

Von der Geological Society in Glasgow:

Transactions. Vol. VI. 1879. 8°.

Von der Zoological Society in London:

Proceedings 1880. Part. II. 8°.

Vom Reale Osservatorio di Brera in Mailand:

Pubblicazioni Nr. XVI. Sui Temporali, relazione di G. Schiaparelli e P. Frisiani. 1880. 4°.

Vom Museo nacional in Rio de Janeiro:

Archives. Vol. III. 1877—78. 4°.

Von der astronomischen Gesellschaft in Leipzig:

Vierteljahresschrift. 15. Jahrgang. 1880. 8°.

Von der Central-Anstalt für Meteorologie und Erdmagnetism in Wien:

Jahrbücher. Jahrgang 1877. Neue Folge Bd. XIV. 1880.

Von der Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung deutschen Meere in Kiel:

a. Gemeinfassliche Mittheilungen aus den Untersuchungen Kommission. 1880. 8°.

b. Ergebnisse der Beobachtungs-Stationen. Jahrg. 1880. 4

Von der deutschen geologischen Gesellschaft in Berlin:

a. Zeitschrift. Bd. XXXII. 1880. 8°.

b. Gedenkworte am Tage der Feier des 100jährigen Geburt tages von Chr. Sam. Weiss den 3. März 1880. 8°.

Von der k. k. geographischen Gesellschaft in Wien:

Mittheilungen. Bd. XXII. 1879. 8°.

Von der deutschen chemischen Gesellschaft in Berlin:

Berichte. XIII. Jahrgang Nr. 15. Berlin 1880. 8°.

Von der Académie royal de médecine in Brüssel:

Mémoires couronnées in 8°. Tom. 6. fasc. 1. 1880. 8°.

Vom Siebenbürgischen Verein für Naturwissenschaften in H mannstadt:

Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrg. 30. 1880. 8°.

Von der anthropologischen Gesellschaft in Wien:

Mittheilungen. Bd. X. 1880. 8°.

Von der Philosophical Society in Adelaide South Australia:

Transactions und Proceedings for 1878—79. 8°.

Vom Verein für Naturwissenschaft in Braunschweig:

Jahresbericht für die Jahre 1879/80. 8°.

Vom physikalischen Verein in Frankfurt a/M.:

Jahresbericht für das Jahr 1878—79. 1880. 8°.

Von der physikalisch-ökonomischen Gesellschaft in Königsberg:

Schriften. Jahrg. 20. 1879. Abth. II.
„ „ 21. 1880. „ I. 4°.

Von der k. k. geologischen Reichsanstalt in Wien:

a. Jahrbuch. Jahrgang 1880. Bd. 30. 8°.
b. Verhandlungen 1880. Nr. 6—11. 8°.

Vom Verein für Naturkunde in Fulda:

VI. Bericht. 1880. 8°.

Von der landwirthschaftlichen Centralschule in Weihenstephan:

Jahresbericht für 1879/80. Freising 1880. 8°.

Von der schweizerischen geologischen Kommission in Bern:

Geologische Karte der Schweiz. Blatt IV und V. 1880.

Von der neuen zoologischen Gesellschaft in Frankfurt a/M.:

Der zoologische Garten. 21. Jahrgang. 1880. 8°.

Vom k. preussischen geodätischen Institut in Berlin:

Bestimmung des Längenunterschiedes zwischen den Sternwarten von Göttingen und Altona. Von C. A. F. Peters. Kiel 1880. 4°.

Von der Verwaltung der kgl. Sammlungen in Dresden:

Mittheilungen aus dem mineralogischen Museum Heft 3. Cassel 1880 4°.

Von der k. k. Akademie der Wissenschaften in Wien:

a. Denkschriften: Mathematisch-naturwissenschaftliche Classe. Band 41. 1880. 1879. 4°. Band 40 und 42. 1880. 4°.

b. Sitzungsberichte: Mathematisch-naturwissenschaftliche Classe.

I. Abth. Bd. 79 Heft 1—5. Bd. 80 Heft 1—5
Bd. 81 Heft 1—5. Bd. 82 Heft 1—2

II. Abth. Bd. 79 Heft 4—5. Bd. 80 Heft 1—5
Bd. 81 Heft 1—3.
Bd. 81 Heft 4—5. Bd. 82 Heft 1—2

III. Abth. Bd. 80 Heft 1—5. Bd. 81 Heft 1—3
Bd. 81 Heft 4—5. Bd. 82 Heft 1—2

und Register zu Bd. 70—80. 1879—80. 8°.

Vom naturwissenschaftlichen Verein in Osnabrück:

4. Jahresbericht für das Jahr 1876—1880. 8°.

Von der naturforschenden Gesellschaft in Danzig:

Danzig in naturwissenschaftlicher und medizinischer Beziehung. 1880. 8°.

Vom Verein für Erdkunde in Leipzig:

Mittheilungen 1879. 1880. 8°.

Vom naturwissenschaftlichen Verein in Hamburg:

a. Abhandlungen. Bd. VII. 1880. 4°.
b. Verhandlungen. Neue Folge IV. 1880. 8°.

Von der Lese- und Redehalle an der k. k. technischen Hochschule in Wien:

Jahresbericht für das Jahr 1879/80. 1880. 8°.

Von der k. k. geologischen Reichsanstalt in Wien:

Grundlinien der Geologie von Bosnien, Herzegovina von Ed. v. Mojsisowitz, E. Tietze und A. Bittner. 1880. 8°.

Verzeichniss der eingelaufenen Büchergeschenke.

Vom Museum of comparative zoology in Chambridge, Mass:

a. Memoirs. Vol. VII. 1880. 4°.

b. Bulletin. Vol. 7. 1880. 8°.

Von der Chemical Society in London:

Journal Nr. 214 (Sept. 1880). 8°.

Von der Geological Society in Glasgow:

Transactions. Vol. VI. 1879. 8°.

Von der Zoological Society in London:

Proceedings 1880. Part. II. 8°.

Vom Reale Osservatorio di Brera in Mailand:

Pubblicazioni Nr. XVI. Sui Temporali, relazione di G. Schiaparelli e P. Frisiani. 1880. 4°.

Vom Museo nacional in Rio de Janeiro:

Archives. Vol. III. 1877—78. 4°.

Von der astronomischen Gesellschaft in Leipzig:

Vierteljahresschrift. 15. Jahrgang. 1880. 8°.

Von der Central-Anstalt für Meteorologie und Erdmagnetisn in Wien:

Jahrbücher. Jahrgang 1877. Neue Folge Bd. XIV. 1880.

Von der Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung deutschen Meere in Kiel:

a. Gemeinfassliche Mittheilungen aus den Untersuchungen Kommission. 1880. 8°.
b. Ergebnisse der Beobachtungs-Stationen. Jahrg. 1880.

Von der deutschen geologischen Gesellschaft in Berlin:

a. Zeitschrift. Bd. XXXII. 1880. 8°.
b. Gedenkworte am Tage der Feier des 100jährigen Gebu tages von Chr. Sam. Weiss den 3. März 1880. 8°.

Von der k. k. geographischen Gesellschaft in Wien:

Mittheilungen. Bd. XXII. 1879. 8°.

Von der deutschen chemischen Gesellschaft in Berlin:

Berichte. XIII. Jahrgang Nr. 15. Berlin 1880. 8°.

Von der Académie royal de médecine in Brüssel:

Mémoires couronnées in 8°. Tom. 6. fasc. 1. 1880. 8°.

Vom Siebenbürgischen Verein für Naturwissenschaften in I mannstadt:

Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrg. 30. 1880. 8°

Von der anthropologischen Gesellschaft in Wien:

Mittheilungen. Bd. X. 1880. 8°.

Von der Philosophical Society in Adelaide South Australia

Transactions und Proceedings for 1878—79. 8°.

Vom Verein für Naturwissenschaft in Braunschweig:

Jahresbericht für die Jahre 1879/80. 8°.

Vom physikalischen Verein in Frankfurt a/M.:

Jahresbericht für das Jahr 1878—79. 1880. 8°.

Von der physikalisch-ökonomischen Gesellschaft in Königsberg:

Schriften. Jahrg. 20. 1879. Abth. II.
„ „ 21. 1880. „ I. 4°.

Von der k. k. geologischen Reichsanstalt in Wien:

a. Jahrbuch. Jahrgang 1880. Bd. 30. 8°.
b. Verhandlungen 1880. Nr. 6—11. 8°.

Vom Verein für Naturkunde in Fulda:

VI. Bericht. 1880. 8°.

Von der landwirthschaftlichen Centralschule in Weihenstephan:

Jahresbericht für 1879/80. Freising 1880. 8°.

Von der schweizerischen geologischen Kommission in Bern:

Geologische Karte der Schweiz. Blatt IV und V. 1880.

Von der neuen zoologischen Gesellschaft in Frankfurt a/M.:

Der zoologische Garten. 21. Jahrgang. 1880. 8°.

Vom k. preussischen geodätischen Institut in Berlin:

Bestimmung des Längenunterschiedes zwischen den Sternwarten von Göttingen und Altona. Von C. A. F. Peters. Kiel 1880. 4°.

Von der Verwaltung der kgl. Sammlungen in Dresden:

Mittheilungen aus dem mineralogischen Museum Heft 3. Cassel 1880 4°.

Theile der Lysimeterkästen eine so grosse Menge Wassers ansammelt, dass die Erde daselbst weit mehr Wasser enthält, als die Erde ausserhalb der Lysimeter in gleicher Tiefe. Diese Erscheinung erklärt sich wohl einfach dadurch, dass die Wände der Lysimeterkästen die horizontale capillare Verbreitung des Bodenwassers und die nöthige Lufteirculation verhindern, folglich eine geringere Verdunstung veranlassen. Ausserdem hat sich auch eine Bodenfläche von 1 Quadratfuss als offenbar viel zu klein herausgestellt, um nur einigermassen annähernd entsprechende Resultate zu bieten.

Diese Uebelstände hat mein hochgeehrter Freund und College Herr Prof. Dr. E. Ebermayer, dessen Forschungen die Wissenschaft bekanntlich so zahlreiche Erfolge grösster Tragweite verdankt, in vollkommen erschöpfender Weise beseitigt.

In dem neuen für forstliche Zwecke bestimmten Versuchsgarten in München sind nach Prof. Ebermayer's Anordnung auf einer entsprechend ausgedehnten Fläche seit einiger Zeit Durchsickerungsversuche eingeleitet worden. Nachdem die Erde über 1 Meter Tiefe ausgehoben war, wurde die Oberfläche in 5 Quadrate von je 4 Quadratmeter Fläche eingetheilt, durch 0,45 Meter dicke Scheidewände von einander getrennt. Um die letzteren für Luft durchdringlich zu machen, geschah die Ausfüllung derselben mit einer Mischung von Kalkkies, Kalksand und Cement, die in kurzer Zeit vollkommen verhärtete. Die Sohle jeder 4 Quadratmeter grossen Grube erhielt eine trichterförmige Vertiefung und wurde mit Cement vollkommen wasserdicht hergestellt, so dass alles auf derselben sich ansammelnde Wasser an der tiefsten Stelle in der Mitte durch ein daselbst angebrachtes weites Rohr von Steingut abfliessen muss. Die Enden dieser Abzugsrohre münden in einem unterirdischen ausgemauerten Gewölbe von 1,2 m Breite,

2 m Höhe und 5 m Länge, wodurch genügender Raum zum Sammeln des durchgesickerten Wassers in grossen Cylindern und zum Abmessen desselben vorhanden ist. Die Gruben wurden mit den zu prüfenden Erden angefüllt und die Erden mässig eingestampft. Die Bodenarten, welche bis jetzt in solcher Weise zur Untersuchung gelangten, sind folgende fünf:

Moorerde,
feiner Kalksand,
Lehm,
grober Quarzsand,
feiner Quarzsand.

Sobald die Versuche einige Jahre fortgesetzt sind, wird die Einrichtung so getroffen, dass immer je zwei Gruben mit derselben Bodenart gefüllt werden, deren erste eine Pflanzendecke oder eine Streudecke (Laub, Nadeln, Moos) erhält, die zweite unbesät bleibt, um sowohl den Einfluss verschiedener Vegetationsdecken, als auch den Einfluss verschiedener Streudecken auf die Feuchtigkeit der einzelnen Bodenarten ermitteln zu können. Zugleich wird sich hieraus auch die Wasserverdampfung verschiedener Pflanzengattungen in entsprechender Weise ergeben, — ein Gegenstand, welchen ich schon früher auf mannigfachen Wegen[1]) aufzuklären bestrebt war.

Ohne selbstverständlich einer grösseren ausführlichen Arbeit, wie sie die Folge ergeben wird, über diesen Gegenstand vorgreifen zu wollen, möchte ich vorläufig nur kurze Mittheilung geben über einige Versuche, welche über die Qualität dieser fünf Sickerwasser ausgeführt worden sind. Die bisher vorgenommene Untersuchung bezieht sich zunächst auf drei verschiedene Richtungen, nämlich um vorläufige Anhaltspunkte zu gewinnen zur Beurtheilung der

1) Akadem. Sitzungsberichte 1878. November. S. 539.

in den Sickerwassern enthaltenen Mineralbestandtheile, der organischen Bestandtheile und der salpetersauren Salze; es soll im Folgenden vorläufig nur auf die Verschiedenheit der Sickerwasser im Allgemeinen aufmerksam gemacht werden, wie solche die einzelnen Erden bedingen.

I.

Bestimmung des festen Rückstandes.

Die quantitative Bestimmung des festen Rückstandes der Sickerwasser geschah durch allmäliges Abrauchen eines Liters Wasser auf dem Wasserbade in einer geräumigen Platinschaale und Trocknen des Rückstandes in der Platinschaale über Schwefelsäure.

Als allgemeine Bemerkung ist noch vorauszuschicken, dass keines der untersuchten Sickerwasser, nach der Methode von Pettenkofer mit Rosolsäure geprüft, einen Gehalt an freier Kohlensäure gezeigt hat.

Für den Gehalt an festem Rückstande ergaben sich als Durchschnitt mehrerer nahe übereinstimmender Versuche folgende Zahlen:

	Fester Rückstand im Liter	
1.	Lehmsickerwasser	[illegible] grm
2.	Kalksickerwasser	[illegible] „
3.	Moorsickerwasser	0.51 „
4.	Quarzsickerwasser, grob	[illegible] „
5.	Quarzsickerwasser, fein	[illegible] „

Vor Allem musste der verhältnissmässig grosse Gehalt des Lehmsickerwassers an festem Rückstande überraschen, — dass um so mehr, als der Lehmboden, welchen das Sickerwasser durchdrungen hatte, mit Salzsäure in der Kälte kein Aufbrausen zeigte, die Kohlensäureentwicklung beginnt erst beim Erwärmen.

Die auffallende Thatsache, dass das Lehmsickerwasser eine grössere Menge festen Rückstandes und zwar vorzugsweise Kalkcarbonat enthält, als das Kalkbodensickerwasser, erklärt sich

a) durch das längere Verweilen des durchsickernden Wassers im Lehm, während es durch den Kalkboden weit schneller hindurchfliesst, somit in ersterem eine längere Zeit dem Lösungsmittel zur Einwirkung gestattet ist.

b) Durch die feinere Vertheilung des Calciumcarbonates im Lehme, während der grobkörnige Kalkboden dem Lösungsmittel weniger ausgedehnte Angriffspunkte bietet.

c) Durch den Dolomitgehalt des Lehmes, welcher wie bekannt erst durch Erwärmen seinen Kohlensäuregehalt abgibt und somit der Gehalt an Calciumcarbonat des Lehmes bei Behandlung mit kalter Salzsäure nicht wohl beobachtet werden kann.

Der trockene Rückstand des Kalkbodensickerwassers braust mit Säuren lebhafter auf, als der trockene Rückstand des Lehmsickerwassers.

Diese Verhältnisse dürften sich im Sommer wohl entgegengesetzt herausstellen, da zur Winterzeit durch den Lehmboden nur sehr geringe Mengen Wassers ablaufen im Vergleiche zum Kalkboden. Im Kalkbodensickerwasser ist im Sommer spontaner Absatz von Calciumcarbonat an den Wandungen des Glasgefässes beobachtet worden.

II.

Bestimmung der Salpetersäure.

Da es sich, wie schon oben bemerkt, bei diesen vorläufigen Versuchen nur um Anhaltspunkte zur Beurtheilung der 5 verschiedenen Sickerwasser handelte, so genügte der qualitative Nachweis der salpetersauren Verbindungen.

Zum Nachweis des Gehaltes an salpetersauren Salzen

habe ich verschiedene Methoden in Anwendung gebracht, die bekannten Methoden mit Brucin, mit Eisenvitriol, die äusserst empfindliche Reaktion mit Diphenylamin, die Methode mit Goldpurpur.

In jedem der 5 Sickerwasser konnte nach den erwähnten Methoden Salpetersäure, beziehungsweise salpetrige Säure nachgewiesen werden; die Reaktionen ergaben sich nach verschiedenen Graden deutlich. Offenbar bei weitem die stärkste Reaktion und hiernach den verhältnissmässig grössten Salpetersäuregehalt zeigte das Lehmsickerwasser, am geringfügigsten das Kalksickerwasser, bemerkbar aber weniger deutlich als das Lehmsickerwasser, jedoch deutlicher als das Kalksickerwasser, das Moorsickerwasser und Quarzsickerwasser.

Das empfindlichste Reagens auf Salpetersäuregehalt des Wassers gewährt das Diphenylamin. In der Verdünnung von 1 Theil Diphenylamin zu 5000 Theile concentrirter englischer Schwefelsäure wird in dieser schwefelsauren Diphenylaminlösung durch einen Tropfen Brunnenwasser der Universität die blauviolette Färbung sogleich sichtbar. Als Nachtheil dieser Methode dürfte bezeichnet werden, dass die Lösung in dieser Verdünnung nach einiger Zeit sich spontan blau färbt, indem es vermuthlich keine englische Schwefelsäure des Handels gibt, welche ganz frei von Spuren Salpetersäure oder den Oxyden des Stickstoffes ist. Diese Verunreinigung der englischen Schwefelsäure kann somit als eine ganz allgemeine betrachtet werden, — ein Umstand, der bei der Prüfung von Pflanzensäften, Ackererde u. s. w. auf Spuren von Salpetersäure besondere Rücksicht verdient. Die bläuliche Färbung des Diphenylamins in Schwefelsäure wird tiefer durch Erwärmen; das im Laboratorium destillirte Wasser zeigte ebenfalls eine Vermehrung der blauen Färbung. Diese ausserordentliche Empfindlichkeit macht die Anwendung des Diphenylamins als

Reagens mitunter etwas bedenklich. Bei dieser Gelegenheit kann ich nicht umhin zu bemerken, dass auch die Nordhäuser Schwefelsäure, die gewöhnlich als salpetersäurefrei angenommen wird,[1]) mitunter eine tiefblaue Färbung mit Diphenylamin hervorbringt.

Ich habe im Verlaufe dieser Untersuchung das von Herrn Ekarius angegebene Reagens auf salpetrigsaure Salze näher kennen zu lernen Veranlassung genommen. Bekanntlich bedient man sich zur Auffindung des Strychnins der von Otto angegebenen sehr wichtigen und ausgezeichneten Reaktion.

Das Strychnin wird hiezu in einem Tropfen concentrirter Schwefelsäure in einer kleinen Porcellanschaale gelöst, ein Stückchen zweifach chromsauren Kali's in die Schaale gelegt und diese so geneigt, dass die schwefelsaure Strychninlösung an das chromsaure Salz fliesst. Von diesem ab ziehen sich dann violette Streifen in die Schaale. Schiebt man mit einem Glasstabe das Stück chromsauren Kali's hin und her, so zeigt sich alsbald die ganze Flüssigkeit violett gefärbt. Die Vermuthung musste nahe liegen, das in Schwefelsäure gelöste Strychnin umgekehrt auf Chromsäure in Anwendung zu bringen, — eine Vermuthung, die sich durch den Versuch vollkommen bestätigte. Löst man Strychnin ohne zu erwärmen in concentrirter englischer Schwefelsäure, so erhält man eine wasserhelle kaum gelblich gefärbte Flüssigkeit. Durch eine $\frac{1}{500000}$ malig verdünnte Auflösung von doppelchromsaurem Kali wird dieselbe noch bemerkbar röthlich gefärbt. Wir besitzen daher in der schwefelsauren Strychninlösung ein Mittel, um Chromsäure in einer Verdünnung zu entdecken, wie sie wohl in keiner anderen Weise nachgewiesen werden könnte.

Es war mir bei meinen Versuchen mit dieser Reaktion

1) Buchner's Repertorium der Pharmacie. 1865. B. 14. S. 301.

auffallend, dass die rothe Färbung auch auf Zusatz von Brunnenwasser des Universitäts-Laboratoriums eintrat, bei Zusatz von destillirtem Wasser dagegen keine Farbenveränderung bemerkbar wurde. Direkte über diesen Gegenstand ausgeführte Versuche haben gezeigt, dass die rothe Farbe, welche das genannte Brunnenwasser in der schwefelsauren Strychninlösung hervorbringt, von dessen Gehalt an salpetrigsauren Salzen herrühre. Bei einer Verdünnung von 1 grm Kaliumnitrit zu 20,000 C.C. Lösung ist die Färbung noch deutlich; wir haben somit in der schwefelsauren Strychninlösung auch ein Mittel, um im Trinkwasser eine Spur von salpetrigsauren Salzen zu erkennen. Wenn ein Trinkwasser durch dieses Reagens nicht verändert wird, so darf man dasselbe wohl als nahezu frei von salpetrigsauren Salzen annehmen. Von den untersuchten Sickerwassern hat das Lehmsickerwasser auch mit diesem Reagens die bedeutendste Färbung ergeben.

Die von mir zuerst zur Trinkwasser-Untersuchung verwendete Reaktion mittelst Goldblättchen und Zinnchlorür[1]) hat nur mit dem Lehmsickerwasser sofort ohne vorhergegangenes Abrauchen ein entschiedenes Resultat geliefert. Wenn daher diese Methode auch weniger empfindlich ist, als andere, so gewährt sie den Vorzug, dass keine concentrirte Schwefelsäure, welche bei den Proben mit Indigo, Eisenvitriol und Brucin zur Zersetzung der Nitrate oder Nitrite nothwendig ist, zur Verwendung gelangt. Da es sich beim Trinkwasser doch in der Regel nur um den Nachweis von Spuren der Salpetersäure handelt, so schliesst der erforderliche Zusatz von concentrirter Schwefelsäure, indem dieselbe fast niemals ganz frei von Salpetersäure ist, häufig eine Fehlerquelle in sich ein. Dass dies namentlich bei der Brucinsalpetersäurereaktion der Fall ist, darauf habe

1) Buchner's Repertorium für Pharmacie Bd. 24. S. 66.

ich schon früher hingewiesen.[1]) Das von Reinhardt veröffentlichte und von Böttger empfohlene Verfahren besteht darin, dass man von dem auf Salpetersäure zu prüfenden Trinkwasser 3 Tropfen in ein kleines Porzellanschälchen bringt, dann zwei Tropfen einer Brucinlösung dazu gibt, und hierauf 2 bis 5 Tropfen chemisch reiner concentrirter Schwefelsäure folgen lässt. „Findet hiebei eine Röthung der Flüssigkeit statt, dann ist das Vorhandensein eines Nitrates im Wasser mit Bestimmtheit angezeigt."

Wie man sieht, ist bei Beschreibung dieser Methode zur Entdeckung salpetersaurer Verbindungen in einem Trinkwasser die Benützung „chemisch reiner" concentrirter Schwefelsäure vorgeschrieben. Allein ich bin nicht ganz klar über den Begriff „chemisch reine concentrirte Schwefelsäure."

Zunächst kann nicht unerwähnt bleiben, dass ich bis jetzt noch keine Sorte von Schwefelsäure unter der Hand gehabt habe, welche nicht für sich allein schon, ohne Gegenwart salpetersaurer Salze, wenigstens eine hellrosenrothe Färbung mit Brucin hervorgebracht hätte. Auch Nordhäuser Schwefelsäure, in welcher durch die gewöhnlichen bekannten Reaktionen kein Gehalt an Salpetersäure nachgewiesen werden konnte, zeigte die Reaktion nach meinen bisherigen Versuchen ganz entschieden. Es mag übrigens dahin gestellt bleiben, ob die Sorten von Schwefelsäure, die ich bis jetzt zu diesen Versuchen zu verwenden Gelegenheit hatte, nicht doch immer Spuren von Salpetersäure enthielten. Hiezu kommt noch, dass der concentrirten Schwefelsäure an und für sich die Eigenschaft, Brucin rosenroth zu färben, zugeschrieben wird. Die Reaktion ist von Merk[2]) angegeben: „Concentrirte Schwefelsäure färbt das Brucin erst rosenroth, dann gelb und gelbgrün." Diese

1) Buchner's Repertorium für Pharmacie B. 23 S. 264.
2) Liebig's Handbuch der Chemie S. 12229.

Angabe der Schwefelsäurereaktion auf Brucin ist auch in Lehrbücher der analytischen Chemie übergegangen.[1]) Da nun die concentrirte Schwefelsäure selbst schon mit Brucin eine rosenrothe Färbung hervorbringt, wobei allerdings vorläufig unentschieden bleiben mag, ob diese rothe Färbung des Brucins charakteristisch der Schwefelsäure zukömmt oder ob sie doch stets durch einen wenn auch verschwindend kleinen Gehalt an Salpetersäure bedingt ist, so scheint mir hierin immerhin eine gewisse Unsicherheit der Reaktion auf Salpetersäure zu liegen. Bei einer sehr geringen Menge der vorhandenen Salpetersäure ist nämlich die durch Brucin hervorgebrachte Farbenveränderung doch auch nur eine hellrothe zu nennen und da nach der Vorschrift, Salpetersäuregehalt im Trinkwasser durch Brucin zu entdecken, ausdrücklich der nothwendige Zusatz von Schwefelsäure zuletzt erfolgen soll, d. h. nachdem Brucin mit dem zu untersuchenden Trinkwasser vermischt worden, so könnte unter Umständen die hellrothe Färbung nicht von dem Salpetersäuregehalte des Trinkwassers, sondern vielleicht eben so gut von der Schwefelsäure selbst bedingt sein. Es erscheint geeignet, die Anordnung der Reaktion dahin abzuändern, dass man dem durch concentrirte Schwefelsäure auf einem Uhrglase gerötheten Brucinpulver das auf Salpetersäure zu prüfende Trinkwasser in einigen Tropfen zusetzt; eine deutliche Zunahme der rothen Färbung würde alsdann unabhängig von der durch Schwefelsäure allenfalls bedingten Farbenveränderung einen sicheren Schluss auf die Gegenwart salpetersaurer Salze im Wasser gestatten, ähnlich wie diess mit der hellblauen Lösung von Diphenylamin in concentrirter Schwefelsäure der Fall ist, welche ebenfalls nur durch Erhöhung der blauen Farbe als Reagens dient.

---

1) Wicke's Anleitung zur chemischen Analyse S. 416.

III.

Bestimmung der organischen Bestandtheile.

Die Bestimmung der organischen Bestandtheile geschah nach der bekannten Methode durch übermangansaures Kali; da es sich auch hier nur um Vergleichung der verschiedenen Sickerwasser handelte, so erschien diese Methode vorläufig als vollkommen ausreichend. Wie vorauszusehen, war das Moorwasser bei weitem an organischen Bestandtheilen das reichste und kann daher mit den übrigen kaum verglichen werden.

Die Probeflüssigkeit war hergestellt durch Auflösen von 1 grm Chamaeleonkrystallen in 1 Liter destillirten Wassers. Zu 1 Liter des zu untersuchenden Wassers mit 2 C.C. concentrirter Schwefelsäure versetzt und auf 70° C. erwärmt, wurde aus einer in Zehntel eingetheilten Bürette von der Probeflüssigkeit tropfenweise unter Umschütteln hinzugefügt, bis dass die Flüssigkeit nach 5 Minuten Stehen noch schwach rosenroth gefärbt erschien.

Im Folgenden sind die auf 1 Liter Wasser verbrauchten C.C. der Probeflüssigkeit angegeben.

Lehmsickerwasser	3,2
Kalksickerwasser	1,2
Quarz, fein	0,4
Quarz, grob	1,6.

Man ersieht hieraus, dass das Lehmsickerwasser auch am reichsten an organischen Bestandtheilen erscheint, wenn das Moorwasser, welches für 1 Liter 18 C.C. Probeflüssigkeit verbrauchte, nicht in Betracht gezogen wird.

Nachtrag zur Sitzung vom 5. Juni 1880.

Geheimrath v. Pettenkofer berichtet über eine von ihm mit Professor v. Voit ausgeführte Arbeit:

„Zur Frage der Ausscheidung gasförmigen Stickstoffs aus dem Thierkörper".

Nachdem es bei einer Anzahl von Thieren (besonders am Hund und der Taube) in langwährenden Versuchsreihen und nach Ueberwindung vorher nicht geahnter Schwierigkeiten gelungen war, in dem Harn und Koth ebenso viel Stickstoff aufzufinden als in der Nahrung dargereicht worden war, und zwar unter Umständen, unter welchen früher ein Deficit bis zu 59 Prozent sich ergeben hatte, schien es uns bewiesen zu sein, dass der aus der Zersetzung der stickstoffhaltigen Stoffe im Thierkörper stammende Stickstoff vollständig oder wenigstens so weit als es für die Erforschung des Verbrauchs dieser Stoffe in Betracht kommt, in den genannten Excreten ausgeschieden wird, d. h. dass kein aus jener Quelle herrührender Stickstoff auf einem anderen Wege, namentlich nicht in gasförmigem Zustande durch Haut und Lunge, den Körper verlässt.

Ein solcher Nachweis kann selbstverständlich nur dann gelingen, wenn das Thier gerade so viel stickstoffhaltige Substanz zerstört als es aufnimmt, d. h. wenn es weder Stickstoff von seinem Körper verliert noch Stickstoff an seinem Leibe ansetzt. Wir halten es nicht für nöthig,

hier nochmals auf alle die Thatsachen zurückzukommen, welche als Beweise für jenen Satz beigebracht worden sind; wir heben nur hervor, dass in obigen Fällen nicht nur aller Stickstoff, sondern auch die nicht flüchtigen Aschebestandtheile der Nahrung vollständig im Harn und Koth wieder erschienen.

Von J. Seegen und J. Nowak, welche es schon mehrmals versucht hatten, an dieser Grundlage der Gesetze des Eiweissumsatzes im Thierkörper zu rütteln, ist im Jahre 1879[1]) eine Abhandlung erschienen, in welcher einestheils behauptet wird, dass wegen der Ungenauigkeit der Bestimmung der Stickstoffeinnahmen (mittels der Methode von Will-Varrentrapp) die alleinige Ausscheidung des Stickstoffs im Harn und Koth nicht erwiesen sei, ja sich vielmehr bei richtiger Ermittlung des Stickstoffgehalts der Nahrung in den betreffenden Versuchen ein nicht unbeträchtliches Stickstoffdeficit ergebe, anderntheils versucht wird, die Ausscheidung von gasförmigem Stickstoff in der Perspiration experimentell festzustellen.

Bei der Art und Weise, in welcher Seegen und Nowak an unseren Versuchen Kritik üben zu können meinen, waren wir lange zweifelhaft, ob uns überhaupt zugemuthet werden könne, darauf auch nur ein Wort zu entgegnen, zudem wir keinen Augenblick im Zweifel waren, dass unsere Angaben über das Austreten des Stickstoffs im Harn und Koth richtig sind und durch sorgfältige Untersucher stets ihre volle Bestätigung finden würden[2]), und ferner auch

1) Archiv f. d. ges. Physiol. 1879 Bd. 19 S. 347; siehe auch Sitzungsber. der Wiener Akad. 1875 Abth. 3 Bd. 71 Aprilheft.

2) Es wäre nämlich einer der sonderbarsten Zufälle gewesen, wenn stets gerade der bei der Verbrennung mit Natronkalk nicht erhaltene Theil des Stickstoffs in gasförmigem Zustande den Körper verlassen hätte, nicht nur beim Hund, sondern auch bei der Taube und bei vielen anderen Organismen, und zwar bei Versuchen, bei welchen die übrigen

voraussetzen durften, es würden die sich uns alsbald aufdrängenden Bedenken gegen die von Seegen und Nowak zum Nachweis der gasförmigen Stickstoffausscheidung angewendete Methode auch ohne unser Zuthun Anderen sich ebenfalls aufdrängen. Schliesslich glaubten wir doch im Interesse der Sache auf eine nähere Prüfung der von Seegen und Nowak gemachten Angaben eingehen zu sollen. Es bedienen sich heutzutage leider Manche in ihren kritischen Publikationen gegen Andere einer Sprache, die der Wissenschaft keinen Nutzen, sondern ihrem Zwecke, der Erkenntniss der Wahrheit, nur Schaden bringt. Es ist daher gewiss sehr zu wünschen, dass diese Art und Form der Polemik verschwinde; wir wenigstens werden selbst auf die gröbsten Angriffe, zu welchen auch die Auslassungen der Herren Seegen und Nowak gehören, stets nur eine sachliche Antwort geben.

Dass der erste Theil der Einwendungen von Seegen und Nowak, wornach die Bestimmung des Stickstoffs der Einnahmen bei unseren Versuchen mit beträchtlichen Fehlern behaftet sein solle, ganz und gar grundlos ist, haben die Untersuchungen von Max Gruber [1]) dargethan. Derselbe hat abermals durch die genauesten Versuche, bei denen zur Ermittlung des Stickstoffs sowohl die Methode von Will-Varrentrapp als auch die von Dumas angewendet wurde, bewiesen, dass sämmtlicher Stickstoff und Schwefel der Erhaltungsnahrung beim Hund im Harn und Koth zu finden

Elemente der Nahrung zu gleicher Zeit vollständig mit dem Stickstoff gefunden werden. Bei reichlicherer Zufuhr von Fleisch beim Hund wächst die Stickstoffausscheidung im Harn und Koth, bis sie eben wieder den mit Natronkalk im Fleisch gefundenen Werth erreicht, auf dem sie dann verharrt; giebt man darnach wieder weniger Fleisch, so sinkt die Ausscheidung allmählich, bis abermals jener Punkt erreicht ist; bei einer anderweitigen Stickstoffabgabe vom Körper wäre dies Verhalten auch unter den gewagtesten Annahmen nicht zu erklären.

1) Zeitschrift für Biologie 1880 Bd. 16 S. 367.

ist, und dass die Natronkalkverbrennung für die von uns gebrauchten Substanzen ganz sichere Resultate giebt [1]).

Aus diesem Nachweis kann zugleich, wie es früher schon von uns geschehen ist, geschlossen werden, dass kein Stickstoff den Körper gasförmig verlässt, sowie dass die Angaben von Seegen und Nowak hierüber unrichtig sein müssen. Es lassen sich nun auch an dem von Letzteren be-

---

1) Nachdem von dem Einen von uns (V.) dargethan worden war (Zeitschr. f. Biologie 1868 Bd. 4 S. 297), dass der Hund Seegen's eben so viel Stickstoff im Harn und Koth entfernte als er im Fleisch zugeführt erhalten hatte, und dabei mehr Harn lieferte als früher, wo von diesem Secrete im Käfig verloren gegangen war, stellte Seegen die Behauptung auf (Sitzungsber. d. Wiener Akad. 1871 Abth. 2 Bd. 63), es wäre von dem Hunde durch das öftere Harnlassen mehr Harn entleert worden und dadurch die Summe des Harnstoffs grösser geworden; es ist aber ganz unverständlich, wie durch häufigeres Entleeren der Blase, was übrigens nicht so oft stattfand als Seegen angiebt, die 24 stündliche Harnstoffmenge gesteigert werden oder wohin der bei seltenerer Entleerung der Blase nicht ausgeschiedene Harnstoff hinkommen soll. Auch jetzt hält Seegen (a. a. O. S. 355) die damalige Harnmenge für eine anormale, denn der Hund habe 2200 g Wasser in 1200 g Fleisch und 1300 g Trinkwasser aufgenommen und dagegen 2160 ccm Harn entleert, so dass, wie er meint, nur 40 ccm Wasser für Haut und Lunge übrig blieben, was doch auf die Dauer nicht der normalen Ausscheidung entspreche. Seegen hat aber den Harn für reines Wasser genommen, denn in 2160 ccm = 2205 g Harn sind (bei 1021 spec. Gew.) nur 2088 g Wasser (siehe Zeitschr. f. Biologie 1865 Bd. 1 S. 138), so dass hierdurch schon 112 g Wasser für gasförmige Ausscheidung zur Verfügung stehen; ferner wird bekanntlich im Körper auch Wasser erzeugt und zwar durch Verbrennung des Wasserstoffs des verzehrten Fleisches, was nach Abtrennung des Harnstoffs 134 g Wasser ausmacht, so dass 246 g Wasser täglich für Haut und Lunge zur Verfügung stehen, was völlig genügend ist. Und wenn selbst das aufgenommene Wasser für die Lungen- und Hautausdünstung nicht zureichen sollte, so ist doch deshalb die Harnausscheidung nicht eine abnorme, und könnte in einem solchen Falle das nöthige Wasser für die Perspiration für einige Zeit ohne wesentliche Störung von dem Körper genommen werden.

nutzten Apparate und an dem von ihnen eingehaltenen Verfahren Fehler und Mängel auffinden, welche die Gewinnung richtiger Resultate unmöglich machen.

Lavoisier, welcher schon vor hundert Jahren die ersten quantitativen Untersuchungen über den Sauerstoffverbrauch durch den Menschen und durch Thiere unter verschiedenen Umständen angestellt hat, die sich durch die neueren Untersuchungen vollständig bewahrheitet haben, hielt sich zu der Annahme berechtigt, dass der atmosphärische Stickstoff am thierischen Stoffwechsel keinen Antheil nehme, dass vielmehr dabei Stickgas weder aufgenommen noch ausgeschieden werde. Regnault, welcher in Verbindung mit Reiset die Versuche von Lavoisier an kleineren Thieren in einem sinnreich construirten Apparate wiederholte, kam im Wesentlichen zu den gleichen Resultaten; nur fand er, dass die im Apparate eingeschlossene Luft, in welcher er die Thiere längere Zeit leben liess, ohne dieselbe durch Ventilation zu erneuern, in welcher er, wie schon Lavoisier gethan, nur den verzehrten Sauerstoff ersetzte und die ausgeschiedene Kohlensäure wegnahm, wodurch bei sorgfältiger Behandlung jede Aenderung des Stickstoffs durch das Thier bemerkbar werden musste, bald eine geringe Vermehrung, seltener eine geringe Verminderung ihres ursprünglichen Stickstoffgehaltes zeigte. Regnault vermied es, weiter gehende Schlüsse aus dem Auftreten und Verschwinden gasförmigen Stickstoffs zu ziehen, und die von ihm gefundenen geringen Differenzen zwischen Soll und Haben machten auch bei Anderen, bei Physiologen und Chemikern, keinen besonderen Eindruck: erst als bei den Versuchen über Stoffwechselbilanz darüber der Streit entbrannte, ob der Stickstoffgehalt von Harn und Koth dem Stickstoffgehalte sämmtlicher im Organismus umgesetzten stickstoffhaltigen Stoffe entspreche, und als es den Einen glückte, den auf die Nahrung treffenden täglichen Harn und Koth so vollständig zu

sammeln, dass sie die Gleichheit jener Grössen annehmen konnten, während Andere nicht so glücklich waren, sondern die Stickstoffmenge in jenen Excreten bald mehr, bald weniger geringer fanden als die der zugeführten Nahrung, erst da beriefen sich Letztere auf die Versuche von Regnault und Reiset und suchten ihr Stickstoffdeficit damit zu stützen.

Wir, die wir zu den Ersteren gehörten, machten darauf aufmerksam, dass bei aller Achtung vor Regnault und seinen Respirationsversuchen, bei welchen er ja auf die Menge und Zusammensetzung der aufgenommenen Nahrung, sowie auf den Harn und Koth oder die im Körper zerstörten Stoffe nicht die mindeste Rücksicht genommen hatte, die zeitweise beobachtete geringe Vermehrung des gasförmigen Stickstoffs sich auch anders erklären könnte als aus einer Ausscheidung von Stickstoffgas bei dem Zerfall von Eiweiss — ein Vorgang, welchen die im thierischen Organismus bekannten Bedingungen von vorn herein nicht als wahrscheinlich annehmen lassen. Wir machten darauf aufmerksam, dass Stickstoffgas aus der Atmosphäre während der stets lang dauernden Versuche hinzugetreten sein könnte z. B. durch Diffusion, aber auch dass das Thier Stickgas aus der Luft absorbirt oder vorher daraus absorbirtes wieder abgegeben haben könnte. Der erstere Einwand hat gewiss seine volle Berechtigung und es genügt nicht, um ihn zu widerlegen, die Versicherung Regnault's, dass ein Einströmen der äusseren Luft während des ganzen Versuchs unmöglich war. Die neueren Erfahrungen, namentlich die von Hüfner [1]), bei welchen es sich um ungleich einfachere Vorrichtungen handelte, haben die besondere Schwierigkeit des vollkommenen Luftabschlusses sehr deutlich illustrirt; es ist nur unter ganz bestimmten Vorsichtsmaassregeln möglich, bei einem

1) Journ. f. prakt. Chemie 1874 Bd. 10 S. 1, 1875 Bd. 11 S. 43, 1876 Bd. 13 S. 292.

so ausserordentlich complicirten Apparate mit den vielen Verbindungsstellen und bei der Luftbewegung durch Saugvorrichtungen die Diffusion und das Eindringen des Stickstoffs der atmosphärischen Luft vollständig auszuschliessen — und diese Maassregeln haben Regnault und Reiset nicht gekannt und nicht angewendet. Erst seitdem z. B. Ludwig in seinem Laboratorium gewisse Kautschukverbindungen an der Quecksilberpumpe vermeidet, wird daselbst ein excessiver Gehalt an Stickstoff im Blute nie mehr beobachtet.

Wir behaupten nicht, dass die von Regnault und Reiset gefundene Zunahme und Abnahme des Stickstoffgehalts des Athemraums ganz auf solchen unvermeidlichen Fehlern beruht, aber gewisse Differenzen in der Menge des Stickstoffs ergeben sich mit Nothwendigkeit aus der Anordnung des Versuchs, und es wird nach der ganzen Anlage desselben häufiger ein Eindringen als ein Heraustreten dieses Gases stattfinden müssen.

Dass namentlich bei derartigen für grössere Thiere gebauten Apparaten solche Ereignisse eintreten und in den Thieren oder in der Methode irgendwo eine beträchtliche und nicht constante Fehlerquelle sich findet, beweisen schlagend die späteren Versuche von J. Reiset [1]) über die Respiration von landwirthschaftlichen Hausthieren, bei welchen im Versuche Nr. III ein Schaf, welches bedeutenden Meteorismus bekam, in 14 Stunden 42 g (33 Liter) Stickgas ausgeschieden haben soll, ansehnlich mehr als in dieser Zeit im Harn und Koth sowie im Futter enthalten ist. Diese grosse Stickstoffmenge ist entweder von aussen eingedrungen oder vielleicht auch zum Theil vom Thier in den Körperhöhlen mitgebracht worden.

---

1) Annal. de Chim. et Phys. 1863 (3) T. 69 p. 129; Compt. rend. 1863 T. 56 p. 740. Dabei fand er normal bei Hammeln für den Tag eine Abgabe von 4,00—12,94 g, bei Kälbern von 6,7 g gasförmigem Stickstoff.

Bei Gelegenheit von neueren Respirationsversuchen an kleineren Thieren, welche mit allen Hülfsmitteln aufs sorgfältigste angestellt worden sind, musste man die Frage nach einer Aenderung des Stickstoffs unentschieden lassen, da man nicht im Stande war, mit Sicherheit eine Aufnahme oder Abgabe desselben nachzuweisen. So erhielt Sanders-Ezn[1]) in Ludwig's Laboratorium bei Kaninchen unter 36 Beobachtungen 24, welche auf eine vollkommene Gleichgültigkeit dieses Gases schliessen liessen, und 8, welche auf eine Absorption desselben hindeuteten; Scheremetjewski[2]) fand ebenda in 17 Fällen 12 negative und 5 positive Werthe für den Stickstoff, die er nicht aus Fehlern der Versuchsanordnung ableiten konnte. In Pflüger's Laboratorium hatte H. Schulz[3]) bei Fröschen mittels eines kleinen modificirten Regnault'schen Apparates eine scheinbare Stickstoffexhalation bemerkt; G. Colasanti[4]) dagegen, der ebendaselbst bei Meerschweinchen innerhalb 3—6 Stunden keine Aenderung in dem Stickstoffgehalt des Athemraums nachzuweisen vermochte, sprach sich dahin aus, dass höchst wahrscheinlich die Vermehrung des Stickstoffs auf einem Beobachtungsfehler beruhe. Auch nach Speck[5]) verhält sich der Stickstoff bei der Respiration des Menschen ganz indifferent.

Seegen hat sich nun mit Nowak vereinigt, das Verhalten des Stickstoffs beim Athemprocess an etwas grösseren Thieren während längerer Zeit zu prüfen, obwohl Beide den Beweis für die Ausscheidung von gasförmigem Stickstoff schon längst durch Regnault für erbracht halten. Sie haben bei dieser Gelegenheit namentlich den von uns erhobenen Einwurf der Möglichkeit einer Diffusion der Gase

1) Ber. d. sächs. Ges. d. Wiss. 1867 S. 77.
2) ebd. 1868 S. 158.
3) Archiv f. d. ges. Physiol. 1877 Bd. 14 S. 84.
4) ebd. 1877 Bd. 14 S. 95.
5) Archiv f. exper. Pathol. u. Pharmakol. 1879 Bd. 12 S. 1.

während der Dauer der Versuche gründlich zu beseitigen gesucht, indem sie alle Dichtungen am Apparate, welche Regnault noch mit Kitt und Kautschuk bewerkstelliget hatte, nun ausschliesslich durch Quecksilberverschlüsse erzielten, und indem sie ferner den aus einer Mischung von Braunstein und chlorsaurem Kali erzeugten Sauerstoff in einer Gasglocke aufsammelten, deren Sperrflüssigkeit Wasser war, welches sie mit einer Oelschichte übergossen, während Regnault dafür grosse Glasflaschen benutzt hatte, die mit einer gesättigten wässerigen Lösung von Chlorcalcium gefüllt waren. Durch diese Anordnungen glauben sie jede Möglichkeit einer Diffusion ausgeschlossen zu haben.

Ihre Bemühungen hatten nun auch den Erfolg, dass sie nicht nur wie Regnault häufig, sondern immer den Stickstoffgehalt der Luft im Apparate nach dem Versuche vermehrt fanden, was nach ihrer Ansicht nur von einer Ausscheidung gasförmigen Stickstoffs seitens der Thiere herrühren konnte, und dass sie diese Ausscheidung viel grösser fanden, als sie Regnault und Reiset durchschnittlich gefunden hatten, wornach es den Anschein gewinnt, als ob bei letzteren Forschern Stickstoffgas aus der Atmosphäre in den Apparat nicht nur nicht eingetreten, sondern aus ihm sogar Stickstoff verloren worden wäre, oder als ob sie sorgloser wie jene gearbeitet hätten.

Im Nachfolgenden wollen wir nun prüfen:

1. ob die Diffusion zwischen dem in einem mit einer Oelschicht gesperrten Gasometer aufbewahrten Sauerstoff und dem in der umgebenden Luft vorhandenen Stickstoff wirklich ausgeschlossen ist;
2. ob neben der Diffusion nicht auch noch andere Quellen für gasförmigen Stickstoff in der Methode und in dem Apparate von Seegen und Nowak gegeben waren, und
3. was sonst noch gegen deren Methode, sowie
4. gegen deren Schlussfolgerungen zu erinnern ist.

I.

Wir wissen nicht, wie Seegen und Nowak zu der Ansicht kamen, dass die Diffusion der Gase durch Wasser hindurch verhindert werde, wenn man auf das Wasser eine Schichte Oel bringt, wie sie S. 384 ihrer Abhandlung angeben; wir wissen aber, dass Rüböl und andere fette Oele schneller und mehr Luftblasen entwickeln, selbst als Wasser, wenn man sie unter die Luftpumpe bringt und einen luftleeren Raum herstellt. Aus Versuchen von Saussure[1]) ist bekannt, dass Olivenöl fast 50 % mehr Kohlensäure absorbirt als Wasser. Vogel und Reischauer[2]) berichten über die Verdunstung von Wasser, das mit einer Oelschichte bedeckt ist, und über die Durchdringung einer Oelschichte durch atmosphärischen Sauerstoff; eine Lösung von sog. reducirten Indigo (Indigoküpe) mit einer Pipette unter Oel gebracht wird blau, wenn Luft über dem Oele steht, und Eisenoxydullösungen unter Oel aufbewahrt nehmen rasch Sauerstoff aus der Luft durch das Oel hindurch auf. Sie sagen: „Dieses Factum dürfte namentlich für jene Fälle von Bedeutung sein, wenn man durch Uebergiessen mit Oel eine Flüssigkeit von der Luft abzuschliessen und vor deren oxydirender Wirkung zu schützen sucht.“ Nägeli wollte ferner niedere Pilze von dem Sauerstoff der Luft abschliessen, indem er die Flüssigkeit, in welcher sie sich befanden, mit Oel übergoss; aber die Pilze sammelten sich unter dem Oel an und gediehen durch den das Oel durchsetzenden Sauerstoff vortrefflich.

Nach diesen Erfahrungen zweifelten wir nicht, dass fettes Oel Gase aus Wasser oder Luft absorbirt und an

1) Siehe Handwörterbuch der reinen und angewandten Chemie von Liebig, Poggendorff und Wöhler 2. Aufl. Bd. 1 S. 31.

2) Neues Repertorium f. Pharmacie von L. A. Buchner 1859 Bd. 7 S. 485 und Bd. 8 S. 437.

Manometer, welcher mittels eines Kautschukschlauches, der auf den Glashahn des Gasometers aufgesetzt wurde, mit dem Kohlensäuregas in Verbindung gebracht wurde. Der Schlauch hatte ein verschliessbares Seitenrohr, um den Manometerstand beliebig auf Null zu stellen. Der Versuch wurde in einem Raum im Kellergeschosse des hygienischen Instituts ausgeführt, welcher für Gasuntersuchungen bestimmt nicht heizbar ist und den Tag über keine merkliche Temperaturschwankung zeigt. Gasometer, Manometer, Kohlensäureentwicklungsapparat, Oel und Wasser waren hinreichend lange vor Beginn des Versuches in dem Raume aufgestellt, um dessen Temperatur anzunehmen. Nachdem der Gasometer mit trockenem Kohlensäuregas gefüllt war, wurde die Oelschichte und darunter 100 ccm luftfreies Wasser hineingebracht, die Zuflussröhre im Tubulus des Gasometers und das Seitenrohr am Manometer geschlossen, während der Hahn am Gasometer geöffnet blieb. In dem Maasse nun, als Kohlensäure vom Oel aufgenommen und an das darunter befindliche Wasser abgegeben wurde, musste die Druckdifferenz zwischen der Kohlensäure im Gasometer und der umgebenden Atmosphäre wachsen.

Die Beobachtung begann Mittags 11 Uhr 20 Minuten; die folgende Zusammenstellung zeigt, wie rasch und anhaltend die Absorption der Kohlensäure erfolgte:

Zeit					Druckdifferenz in Mm
7. Febr. 1880	11 Uhr	20 Min.	Mittags		0
	11 „	35 „	„		28
	11 „	50 „	„		35
	12 „	10 „	„		77
	12 „	35 „	„		108
	3 „	30 „	„		170
	6 „	5 „	Abends		223
8. Febr. 1880	8 „	10 „	Morgens		235
	12 „	50 „	Mittags		206

geleitet worden war. Die beiden Oeffnungen am Gasometer wurden nun wieder verschlossen und alles 24 Stunden lang sich selber überlassen. Nach dieser Zeit wurde die im Gasometer über der Oelschichte befindliche Luft durch Nachgiessen von luftfreiem Wasser verdrängt und durch titrirtes Barytwasser geleitet. Das Barytwasser trübte sich stark; 694 ccm Luft enthielten 5,8 ccm Kohlensäure (= 0,83 %).

Der Versuch wurde wiederholt und die Luft im Gasometer erst nach 48stündigem Stehen durch Barytwasser getrieben. Da zeigten 570 ccm Luft 8,0 ccm Kohlensäure (= 1,40 %).

Um uns zum Ueberfluss zu überzeugen, dass die im Wasser und in der Luft nachgewiesene Menge Kohlensäure nicht von einer etwaigen Kohlensäureproduction der Oelschichte während des Versuches abgeleitet werden könne, füllten wir wieder einen Bunsen-Gasometer mit kohlensäurefreier Luft, brachten die Oelschichte hinein und darunter 100 ccm kohlensäurefreies Wasser, und liessen alles 24 Stunden stehen. Nach dieser Zeit wurde die Luft aus dem Gasometer durch Barytwasser getrieben, welches vollkommen klar blieb.

Bei all diesen Versuchen zeigten sich nie Spuren von Gasblasen, weder im Oel noch im Wasser; der Gasaustausch kann demnach nur auf dem Wege der Absorption und Diffusion durch Wasser und Oel hindurch erfolgt sein.

Das Einzige, wornach wir noch ein Bedürfniss fühlten, war, eine Vorstellung davon zu gewinnen, wie schnell oder langsam diese Diffusionsvorgänge durch Oelschichten hindurch stattfinden. Dazu glaubten wir am einfachsten zu gelangen, wenn wir in einem Bunsen-Gasometer den Uebergang von Kohlensäure durch eine Oelschichte in unter derselben befindliches Wasser mit Hilfe eines Manometers beobachteten. Wir wählten dazu einen langschenkligen, mit Wasser gefüllten und mit einer Millimetertheilung versehenen

Fall ist). Das frisch bereitete Sauerstoffgas enthielt keine merkliche Menge Stickstoff, nach 7tägigem Stehen im Gasometer enthielt es 1,52 Vol.-Proc., nach 4 Wochen sogar 6,0 Vol.-Proc. Stickstoff.

Um das Sauerstoffgas auf Stickstoff zu prüfen, bedienten wir uns nicht der Bunsen'schen eudiometrischen Methode, weil man da stets nur verhältnissmässig kleine Mengen in Untersuchung nehmen kann, sondern wir leiteten einige Liter Sauerstoffgas, das wir mittels einer Quecksilberpumpe aus dem Gasometer zogen, durch eine Verbrennungsröhre über glühende Kupferspäne, auf welche noch glühendes Kupferoxyd folgte. Vom Quecksilberventil der Pumpe an wurde durch ein Zweigrohr zuerst längere Zeit Kohlensäure durch das glühende Verbrennungsrohr geleitet, bis alle atmosphärische Luft ausgetrieben war, was leicht daran zu erkennen ist, dass das aus der Verbrennungsröhre kommende Gas, unter Quecksilber aufgefangen, von Kalilauge vollständig absorbirt wird. Wenn dies eingetreten war, wurde der Kohlensäurestrom abgesperrt und Sauerstoffgas aus dem Gasometer durchgepumpt, welches sehr rasch vom glühenden Kupfer absorbirt wurde, so dass auch ohne Pumpen Sauerstoff durch das glühende mit Kupfer gefüllte Rohr von selbst nachgesaugt wurde. Es empfiehlt sich aber nicht, das Pumpen ganz zu unterlassen, da sonst die Wände der glühenden Glasröhre leicht nach innen sich biegen. Um das Aufblähen zu hindern, muss die Verbrennungsröhre mit Streifen von dünnem Messingblech umwickelt werden, weil die Operation meist über eine Stunde dauert, und sich sonst am Glase stellenweise Blasen bilden, welche leicht durchschmelzen. Ehe das Einleiten von Sauerstoff beginnt, wird die vom Verbrennungsrohr wegführende Gasentwicklungsröhre unter eine mit Quecksilber und zuvor ausgekochter Kalilauge gefüllte graduirte Glasglocke geleitet. Wenn

man mit dem Durchleiten von Sauerstoff aufhört, lässt man wieder Kohlensäure durchgehen, um allen Sauerstoff in die Verbrennungsröhre, und aus dieser alles etwa vorhandene Stickstoffgas in den Messcylinder zu treiben, in welchem die Kohlensäure von der Kalilauge völlig absorbirt wird. Das im Messcylinder befindliche Gas wird auf bekannte Weise gemessen.

Wir brauchten stets die Vorsicht, nach Beendigung des Versuches etwas Pyrogallussäure in die Kalilauge im Messcylinder zu bringen und zu beobachten, ob vielleicht etwas Sauerstoff unabsorbirt durch die Verbrennungsröhre gegangen sei, konnten aber nie eine Verringerung des Volums des Gases wahrnehmen. Glühendes Kupfer gehört zu den besten Absorptionsmitteln für Sauerstoffgas.

Ebenso überzeugten wir uns, dass das von Kalilauge nicht absorbirte Gas kein Kohlenoxyd war, welches sich in geringer Menge bilden soll, wenn Kohlensäure über glühendes Kupfer geleitet wird, welches aber durch glühendes Kupferoxyd wieder zu Kohlensäure wird, weshalb nach den Kupferspänen noch eine Lage Kupferoxyd angebracht war. Das gemessene Gas zeigte stets alle Eigenschaften des Stickstoffs.

3 Liter frisches Sauerstoffgas, wie es aus der Retorte kommt, gaben 0,6 ccm = 0,75 mg Stickstoff (in 1 Liter 0,25 mg).

2,5 Liter Sauerstoff, sieben Tage (vom 10. bis 16. Januar) im Gasometer über Wasser und Oel aufbewahrt, gaben 38 ccm = 47,8 mg Stickstoff (in 1 Liter 19,1 mg).

1,75 Liter Sauerstoff, 4 Wochen (vom 10. Januar bis 6. Februar) im Gasometer aufbewahrt, gaben 105 ccm = 131,9 mg Stickstoff (in 1 Liter 75,4 mg).

Aus diesen Thatsachen geht deutlich hervor, dass es kein glücklicher Gedanke von Seegen und Nowak war, Regnault's Verfahren verbessern zu wollen, indem sie wohl die

Kautschukverbindungen durch Quecksilberverschlüsse ersetzten, aber das Sauerstoffgas über Wasser und Oel anstatt über einer gesättigten Chlorcalciumlösung aufsammelten: sie haben durch ihre Quecksilberverschlüsse wohl einige kleine Löcher für die Diffusion verstopft, aber dafür durch die Sperrflüssigkeit ihres Gasometers ein grosses Loch aufgemacht.

Aus Saussure's Versuchen ergiebt sich, dass bei einer Temperatur von 18°C. das Olivenöl 151% seines Volums an Kohlensäure aufnimmt, eine Chlorcalciumlösung von 1,402 spec. Gewicht bei gleicher Temperatur nur 26%, und das ist sicherlich einer der Gründe, wesshalb Regnault keine so grosse und constante Stickstoffvermehrung in seinem Apparate gefunden hat, wie Seegen und Nowak in dem ihrigen [1]).

Bei Regnault und Reiset kann es Differenzen gemacht haben, ob eine Flasche Sauerstoff älter oder jünger war, d. h. ob sie längere oder kürzere Zeit nach der Füllung gestanden, ehe das Gas in Gebrauch kam. Seegen und Nowak haben so zu sagen stets aus ein und derselben Flasche ihr Gas genommen, und vielleicht auch deshalb keine so grellen Wechsel und Sprünge im Stickstoffgehalt, sondern constantere Werthe als Regnault und Reiset erhalten.

Das bei den Regnault-Reiset'schen und bei den Seegen-Nowak'schen Versuchen gefundene Plus an Stickstoff kann aber auch noch andere Quellen haben, auf die wir nun übergehen wollen.

---

1) Scheremetjewski (Ber. d. k. sächs. Ges. d. Wiss. 1868 S. 154), der im Laboratorium Ludwig's arbeitete, giebt an, dass Sauerstoffgas, welches in einer mit einem vorzüglich gearbeiteten und überall unter Wasser stehenden Messinghahn verschlossenen Flasche sich befand, nach einigen Wochen viel Stickstoff enthielt, weshalb es nöthig sei, an jedem Versuchstage eine Probe des Gasvorraths zu analysiren.

II.

Eine dieser Quellen liegt in dem zur Sauerstoffbereitung verwendeten Braunstein, welcher nach den Untersuchungen von Deville und Debray [1]) beträchtliche Mengen Stickstoffgas liefern kann. Die Mittheilung der beiden Forscher in den Comptes rendus lautet in wörtlicher Uebersetzung: „Jedermann weiss seit Scheele, dass das Sauerstoffgas aus Braunstein Stickstoff enthält und dass dieses Gas sich zu Anfang der Darstellung entwickelt. Berzelius selbst beobachtete, dass das Gas aus Braunstein einen leichten salpetrigen Geruch besass. Diesen Geruch, den wir sehr oft beobachteten, schrieben wir der Gegenwart von Ozon zu. Da aber das Gas zu irgend einer Zeit der Sauerstoffbereitung aufgefangen immer Stickstoff enthielt, so mussten wir im Braunstein selbst den vorhandenen Stoff suchen, welcher ein Gas liefert, dessen Gegenwart bei unseren metallurgischen Operationen sehr hinderlich sein konnte. — Die Braunsteinsorten, welche wir bis jetzt untersucht haben, enthalten alle beträchtliche Mengen Wasser. 60 kg Braunstein von Giessen gaben 5 kg Wasser, welches merklich sauer reagirt. Wenn man dieses Wasser verdampft, nachdem man es genau mit reinem Kali neutralisirt hat, erhält man 15 g salpetersaures Kali und etwa 5 g Chlorkalium. Die Abwesenheit von salpetrigsauren Salzen unter den auskrystallisirten Salzen lässt uns annehmen, dass Chlor und Untersalpetersäure die zwei gasförmigen Producte sind, welche sich condensirt haben".

Pelouze hat gelegentlich der Discussion über die Mittheilung von Deville den Stickstoffgehalt des mittels Braun-

---

1) Note sur la présence de l'acide nitrique dans le bioxyde de manganèse naturel par M. M. Sainte-Claire Deville et H. Debray. Comptes rendus hebdomadaires de séances de l'Académie des sciences T. 50 p. 868.

stein dargestellten Sauerstoffs gleichfalls bestätiget, glaubt aber nicht, dass der Stickstoff lediglich von salpetersauren Salzen stamme, sondern ist der Ansicht, dass er auch von anderen stickstoffhaltigen Substanzen herrühren könne. Wir stimmen dieser Ansicht bei, da wir gefunden haben, dass das aus einem Gemenge von gleichen Theilen chlorsaurem Kali und Braunstein entwickelte Gas stets beträchtliche Mengen Kohlensäure enthielt, wenn der Braunstein, mit verdünnter Schwefelsäure übergossen, auch nicht die Spur von kohlensauren Salzen anzeigte, so dass die Kohlensäure nur von der Gegenwart organischer Substanzen im Braunstein abgeleitet werden kann. Diese machen sich auch dadurch bemerklich, dass beim Erhitzen eines Gemenges von chlorsaurem Kali und Braunstein in einer Glasretorte sich sehr deutlich ein Funkensprühen zeigt. Manche Braunsteinsorte enthält so viel organische Substanz, dass beim Erhitzen mit chlorsaurem Kali schon Explosionen entstanden und dadurch Menschenleben gefährdet worden sind [1]), so dass es räthlich erscheint, jede Braunsteinsorte, welche man zur Bereitung von Sauerstoff aus chlorsaurem Kali verwenden will, vorher in kleiner Menge zu prüfen.

Um zu erfahren, ob und wie viel eine Braunsteinsorte Stickstoff liefert, verfährt man ähnlich, wie bei der Prüfung des Sauerstoffes angegeben wurde: man beschickt eine Verbrennungsröhre mit doppeltkohlensaurem Natron, darnach mit dem Braunstein, darnach mit Kupferspänen und darnach mit Kupferoxyd. Durch Erhitzen des hintersten Theiles des doppeltkohlensauren Natrons entwickelt man zuerst so viel Kohlensäure, um die atmosphärische Luft auszutreiben, dann macht man das Kupferoxyd, das Kupfer und den Braunstein glühend, nachdem man das Gasentbindungsrohr

---

1) Handbuch der technischen Chemie von Kerl und Stohmann Bd. 5 S. 1488.

unter einem mit Quecksilber und Kalilauge gefüllten Glascylinder wie bei der Dumas'schen Stickstoffbestimmung gebracht hat. Aller Sauerstoff wird vom glühenden Kupfer absorbirt. Zuletzt entwickelt man wieder Kohlensäure, um allen Stickstoff aus der Verbrennungsröhre in den Messcylinder zu treiben.

Man könnte schliesslich noch sagen, der beim Erhitzen eines Gemenges von chlorsaurem Kali und Braunstein sich entwickelnde Sauerstoff entstehe ja nicht aus dem Braunstein, sondern nur aus dem chlorsaurem Kali, der Braunstein spiele nur die Vermittlerrolle zur leichten Zersetzung des chlorsauren Kalis und bleibe selbst unzersetzt, — aber dies auch zugegeben, werden durch das schmelzende und sich zersetzende chlorsaure Kali doch jedenfalls die salpetersauren Salze und die stickstoffhaltigen organischen Substanzen im Braunstein zersetzt und machen das aus dem chlorsauren Kali sich entwickelnde Sauerstoffgas stickstoffhaltig.

Die hier mitgetheilten Thatsachen beweisen jedenfalls, dass die Bereitung von reinem, namentlich auch stickstofffreiem Sauerstoffgase aus einem Gemenge von chlorsaurem Kali und Braunstein keine Sache ist, welche sich von selbst versteht und keiner weiteren Controle bedarf. Jeder Chemiker weiss, dass reines Sauerstoffgas nur aus chlorsaurem Kali oder chlorsaurem Kali und Kupferoxyd gewonnen werden kann und man mit Braunstein ein Gasgemenge erhält, dessen Zusammensetzung man ohne genauere Untersuchung nicht anzugeben vermag.

Es giebt Braunsteinsorten im Handel, welche viel, und solche, welche sehr wenig Stickstoff liefern. Wir haben z. B. eine Sorte erhalten, welche auf 50 g, die mehr als 4 Liter Sauerstoff entwickeln, nur 0,4 ccm Stickstoff lieferte. Wie viel von diesem Gase die Sorte giebt, welche Seegen

und Nowak zur Sauerstoffbereitung verwendeten, kann nur durch eine besondere Prüfung entschieden werden. —

Es giebt noch eine andere Möglichkeit des Auftretens von Stickstoff in dem Athemraume des Apparats von Seegen und Nowak. Die Thiere verweilen von 12 bis zu 110 Stunden in demselben, und es werden der Harn und der Koth in ihm entleert. Aus dem alkalisch reagirenden Harn der Kaninchen wird bald durch Zersetzung des Harnstoffs Ammoniak entwickelt, aber auch aus dem Harn des Hundes, namentlich wenn er in Berührung mit dem Koth kommt und die beiden Excrete die Wandungen des Käfigs sowie den Thierkörper beschmutzen. Dies findet aber in dem Apparate von Seegen und Nowak statt, da in ihm keine Vorrichtung getroffen ist, den Harn und Koth von dem Thier zu separiren. Wir haben während 72 Stunden einmal fünf Kaninchen und ein anderes Mal einen kleinen Hund in den etwa 343 Liter fassenden Athemraum des kleinen Respirationsapparates gebracht und denselben mittels Durchsaugen von Luft eben ausreichend ventilirt. Man macht sich keine Vorstellung davon, welchen Anblick der Käfig und die Thiere nach Verlauf einiger Zeit darbieten. Die Wandungen des Käfigs beschlagen sich mit Wasser, weil die Thiere den Harn in denselben lassen und auch Trinkwasser in einer Schale darin aufgestellt ist; das Wasser rinnt von den Wänden auf den Boden herab und mischt sich mit dem Harn und Koth; die Füsse der Thiere und zuletzt der ganze Körper derselben waren benetzt und besudelt von der Jauche. Niemals würden wir unter solchen Umständen einen Versuch über den Gasaustausch eines Thieres angestellt haben.

Nach Aufhören der Ventilation und nach der Entfernung der Thiere ist in dem Raume ein ganz entsetzlicher Geruch bemerkbar, aus dem man mit aller Sicherheit Ammoniak herauskennen und mit Curcumapapier leicht

nachweisen kann. Da auch die am Boden des Käfigs befindliche Flüssigkeit sowie das an den Wandungen niedergeschlagene Wasser stark alkalisch reagiren, so sollte man glauben, dass mit dem Luftstrom beträchtliche Quantitäten von Ammoniak entführt werden.

Wir haben nun den Ammoniakgehalt der Luft in den beiden vorher erwähnten Versuchen bestimmt.

a) Versuch am Kaninchen (2. bis 5. März 1880).

Fünf Kaninchen; Versuchsdauer 72 Stunden; Versuchsraum 343 Liter fassend; Futter: Semmel mit Milch, gelbe Rüben und Wasser.

Eine Probe der in den Kasten eindringenden Luft (650,9 Liter), sowie die aus dem Kasten ausgesaugte Luft (10946,8 Liter) wurden durch Flaschen geleitet, in welchen sich mit Salzsäure befeuchtete Glasperlen befanden, durch welche das vorhandene Ammoniak gebunden wurde. Es fanden sich:

in der inneren Luft . . .	0,04609 g	Ammoniak
in der äusseren Luft . . .	0,01640	„
von den Thieren	0,02969 g	Ammoniak
=	0,02441	Stickstoff.

b) Versuch am Hund (12. bis 15. März 1880).

Ein kleiner Hund von etwa 3 kg Gewicht; Versuchsdauer 72 Stunden; Versuchsraum 343 Liter fassend; Futter: Semmel mit Milch und etwas Fleisch.

Wie bei dem vorigen Versuch wurde eine Probe der in den Kasten eintretenden Luft (427,1 Liter) und die ganze aus dem Athemraum ausgesaugte Luft (68707,7 Liter) durch Salzsäure geleitet, um das Ammoniak abzufangen. Es wurde erhalten:

in der inneren Luft . . .	0,21037 g	Ammoniak
in der äusseren Luft . . .	0,169	„
von dem Thiere	0,041 g	Ammoniak[1])
	= 0,034	Stickstoff.

Das aus dem Kasten kommende Ammoniak wird bei der Versuchsanordnung von Seegen und Nowak durch das glühende Kupferoxyd zerlegt und Stickstoff daraus entbunden.

Aber es war in hohem Grade auffallend, dass trotz der nachträglichen Ammoniakansammlung in der Luft und in den Excreten während des Versuches nur so kleine Mengen von Ammoniak im Gasstrom sich fanden: in drei Tagen von fünf Kaninchen nur 0,030 g, von einem kleinen Hunde nur 0,041 g Ammoniak. Das entspricht so geringen Quantitäten von Stickstoff, dass sie gegenüber den von Seegen und Nowak erhaltenen Werthen nur in geringem Maasse in Betracht kommen.

Es muss also irgend eine Ursache den Uebergang des Ammoniaks aus den flüssigen sich zersetzenden Excreten in die Luft verhindern. In der an Kohlensäure reichen schlecht ventilirten Luft des Athemraums wird offenbar das in der Flüssigkeit vorhandene doppeltkohlensaure Ammoniak nicht zerlegt und also nicht in den Luftstrom übergeführt. Daher kommt es, dass die Luft im Kasten, während die Thiere sich darin befanden, nicht nach Ammoniak roch und auch nicht auf Curcumapapier reagirte, alsbald aber nach Unterbrechung der Ventilation und Entfernung der Thiere. Nur bei ausgiebiger Ventilation des Raumes oder bei Entfernung der Kohlensäurequelle wird der Uebergang des Ammoniaks in die Luft stattfinden, und es ist daher wohl möglich, dass dies bei den Versuchen von Seegen und Nowak der Fall war. Wir geben diese Erfahrung an, weil sie

1) Die Ammoniakbestimmungen wurden durch Herrn Dr. Feder ausgeführt.

wichtig für den Nachweis des Ammoniaks in der Athemluft ist; denn wenn sich an den Wandungen des Kastens Wasser niederschlägt, so kann dasselbe Ammoniak aus der Luft mitnehmen, welches sich dann nur schwer als Gas wieder entfernen lässt. Auch dürfen dabei selbstverständlich die Thiere den Harn und Koth nicht im Athemraume entleeren. Bei unseren früheren Versuchen über die Ausscheidung von Ammoniak durch Haut und Lunge liessen die Thiere den Harn stets ausserhalb des Käfigs und condensirte sich kein Wasser an den Wänden des Respirationsapparates. —

Das Sauerstoffgas, womit Seegen und Nowak ihren Käfig speisen, scheint den Thieren nicht gesund gewesen zu sein, denn die letzteren erkrankten und starben selbst, wenn die durch die Saug- und Druckpumpen circulirende Luft nicht über glühendes Kupferoxyd geleitet wurde. Sie schreiben die Krankheit zwar den organischen Dämpfen zu, welche die Thiere entwickelten, aber diese Annahme steht in auffallendem Widerspruche mit den bestimmtesten Angaben von Regnault und Reiset, welche sagen [1]): „Wir haben die Thiere so viel als möglich unter die Bedingungen ihres gewöhnlichen Lebens zu bringen gesucht: wir glauben, dass uns dieses gelungen ist. Vielleicht wird man uns indessen vorhalten, dass es nicht genüge, die erzeugte Kohlensäure wegzunehmen und den verbrauchten Sauerstoff zu ersetzen; man müsste auch die aus dem Thierkörper entwickelten Miasmen entfernen, welchen man im Allgemeinen einen sehr schädlichen Einfluss auf die Gesundheit der Thiere zuschreibt, obgleich ihre Menge zu gering ist, um durch die chemische Analyse sich nachweisen zu lassen. Wir glauben, ohne die Existenz dieser Miasmen zu leugnen, dass man ihren Einfluss sehr übertreibt. So hält man

1) Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd. 73 S. 320.

während des Winters die Schafe in Ställen, welche in vielen Ländern so viel als möglich verschlossen gehalten werden. Wenn man des Morgens eintritt, ist die Luft so stinkend, dass ein nicht daran gewöhnter Mensch nicht einige Minuten darin sich aufhalten kann, ohne davon angegriffen zu werden, und doch scheinen die Thiere keine nachtheiligen Wirkungen davon zu verspüren. Wir können ausserdem mittheilen, dass in keinem Versuch, in welchem ein Thier ein passendes Futter erhielt, wir an ihm Zeichen von Uebelbefinden bemerken konnten, selbst nicht nach mehrtägigem Aufenthalt; es verzehrte sein Futter mit demselben Appetit wie in freier Luft, und nahm beim Herausnehmen aus dem Apparat sogleich seine früheren Gewohnheiten an. Dasselbe Thier diente häufig zu vielen Versuchen, ohne dass seine Gesundheit angegriffen schien; einige der Thiere, mit welchen wir operirten, lebten noch einige Jahre darnach".

Wir wissen nicht, ob Seegen und Nowak in diesem Falle die Autorität von Regnault und Reiset, welche sie sonst bedingungslos anerkennen, ablehnen; aber sie sagen[1]): „Sobald die Thiere über 24 Stunden im Apparate verweilen mussten, wurde an ihnen in der Mehrzahl der Fälle ein deutliches Unwohlsein bemerkt, das an Intensität mit dem noch weiteren Aufenthalt im Käfig sich fortwährend steigerte". Das veranlasste sie nun, die Luft im Käfig bei ihrer Circulation über glühendes Kupferoxyd zu führen, wornach sich die Thiere gesund erhielten.

Da in der Versuchsanordnung von Regnault und Reiset und von Seegen und Nowak kein wesentlicher Unterschied besteht, so kann die von letzteren beobachtete schlimme Wirkung des Aufenthalts im Athemraum nicht von den organischen Dämpfen der Thiere herrühren, welche ja auch bei den Versuchen der ersteren Forscher vorhanden waren;

1) a. a. O. S. 387.

es bleibt nichts übrig als die krankmachende Ursache in einer Verunreinigung des Sauerstoffs zu suchen.

Dies veranlasste uns, das nach Seegen und Nowak bereitete Sauerstoffgas, wie es aus der Retorte in den Gasometer strömt, etwas genauer zu betrachten. Wir leiteten es zunächst durch eine Jodkaliumlösung und fanden, dass es daraus sehr beträchtliche Mengen von Jod abscheidet. 7 Liter Sauerstoffgas, aus einem Gemenge von 25 g chlorsaurem Kali und 25 g Braunstein entwickelt, schieden 76,2 mg Jod — durch arsenigsaures Natron nach Mohr titrirt — aus. Dieselbe Menge von chlorsaurem Kali allein, mit dem gleichen Theile Quarzpulver gemengt, lieferte ein Gas, welches nur 3,81 mg Jod ausschied. Bei Zersetzung eines Gemenges von 25 g chlorsaurem Kali und 25 g Kupferoxyd wurden nur 11,4 mg Jod ausgeschieden.

Es haben zwar Regnault und Reiset ebenso wie Seegen und Nowak den Sauerstoff aus chlorsaurem Kali und Braunstein entwickelt; es besteht jedoch der Unterschied, dass Erstere das Gas sehr sorgfältig mit Aetzkali in Berührung gebracht, ehe sie es über Chlorcalciumlösung aufgefangen haben, während Letztere es nur sehr oberflächlich mit Kalilauge waschen, ehe es in den Gasometer und von da in den Käfig zu den Thieren gelangt.

Es ist uns daher sehr wahrscheinlich, dass die Insalubrität des Sauerstoffgases bei Seegen und Nowak von einem Gehalte an Chlor herrührt, welches bekanntlich Jod aus einer Jodkaliumlösung abschneidet. Man weiss nämlich, dass das aus chlorsaurem Kali und Braunstein bereitete Sauerstoffgas Chlor enthält, welches man bei Beginn der Sauerstoffentwicklung schon durch den Geruch leicht wahrnimmt. Es war uns von Bedeutung, über die Quantitäten des dabei erzeugten Chlors einigen Aufschluss zu erhalten. Zu dem Zweck wurden 70 g eines Gemenges von gleichen Theilen chlorsaurem Kali und Braunstein, das etwa 9 Liter

Sauerstoffgas liefern konnte, in eine Verbrennungsröhre eingefüllt und nach und nach von hinten an erhitzt; das gleichmässig und langsam sich entwickelnde Gas wurde durch zwei kleine Woulff'sche Flaschen geleitet, in welchen kohlensaures Silberoxyd in Wasser suspendirt sich befand, und dann durch eine dritte, mit Jodkaliumkleister gefüllte Flasche. Bei Beginn des Versuchs tritt eine geringe Bläuung des Kleisters ein, wahrscheinlich von einer Bildung von Oxydationsproducten des Stickstoffs der in der Röhre noch enthaltenen atmosphärischen Luft herrührend; dann bleibt der Kleister farblos, bis ganz am Schlusse des Versuchs das Silbersalz nicht mehr hinreicht, das Chlor vollständig abzufangen, es ist aber auch hier die Bläuung nur ganz unbedeutend. In den das Silbersalz enthaltenden Flaschen war jedoch eine starke Abscheidung von weissem Chlorsilber eingetreten; der Inhalt der Flaschen wurde mit verdünnter Salpetersäure übergossen, worin das Chlorsilber unlöslich ist. Das Chlorsilber wog 0,3027 g, entsprechend 0,0749 g oder 23,6 ccm Chlor. Das aus dem Gasometer kommende Sauerstoffgas enthält demnach etwa 0,26 Vol.-Proc. Chlor[1]). Wir fanden, dass ein sehr gründliches Waschen des frisch erzeugten Gases mit Aetzkali- oder Aetzbarytlösung die Eigenschaft desselben, aus Jodkaliumlösung Jod auszuscheiden, welche Eigenschaft dann an die Kali oder Barytlösung übergeht, sehr herabmindert, und dass Sauerstoffgas aus chlorsaurem Kali- und Braunstein entwickelt, im Gasometer aufbewahrt, die Eigenschaft Chlorsilber zu bilden und Jodkalium zu zersetzen, nach einigen Tagen verliert. Beim Leiten des Chlors über glühendes Kupferoxyd bildet sich das wenig flüchtige Kupferchlorür, weshalb aller Wahrscheinlichkeit nach die Thiere beim Glühen des Gases gesund blieben.

Es kam uns der Gedanke, ob das chlorhaltige Sauer-

1) Von Dr. Feder ausgeführt.

stoffgas nicht aus dem Harnstoff oder dem Ammoniak des Harns im Athemraum Stickgas entwickelt, wie das Chlor es bekanntlich thut. Wir haben deshalb von dem Sauerstoffgase durch eine Harnstofflösung von bekanntem Gehalt geleitet, beobachteten aber keine Aenderung des Titres derselben. Auch nach längerer Berührung des Gases mit Ammoniak konnte in demselben kein Stickstoff nachgewiesen werden[1]). Jedoch ist eine solche Entwicklung von Stickstoff bei den Versuchen von Seegen und Nowak, wenigstens bei denjenigen, bei welchen die circulirende Luft nicht über glühendes Kupferoxyd strich, wohl möglich, da sich dabei das im Sauerstoff befindliche Chlor allmählich im Athemraum ansammeln und die Luft darin somit reicher an Chlor werden musste. —

Es finden sich demnach mehrfache Quellen für Stickstoff in der Vorrichtung von Seegen und Nowak.

Aller Stickstoff, der in einer kleinen Probe des Sauerstoffgases kaum erkennbar ist, sammelt sich aber nach und nach im Athemraum an; alle Fehler, welche bei dem Versuche gemacht werden, rechnen sich zum Stickstoff zu, dessen Menge aus dem Volum des rückständigen Gases entnommen wird. Seegen und Nowak geben über die Gasanalyse nichts an, sie sagen nur, dass sie dieselbe nach der Bunsen'schen Methode gemacht hätten; aber wie weit die Genauigkeit ihrer Bestimmung geht, ist leider nicht zu entnehmen, da sie jedesmal nur eine einzige Analyse mittheilen und kein Beispiel mit allen Zahlenresultaten angeben, aus dem die Fehlergrenzen ersichtlich wären. Bei der äussersten Sorgfalt ist die Genauigkeit der Bestimmung des Stickstoffs nach Bunsen's Methode wohl nicht grösser als auf 0,05 Vol.-Proc.; der geringste daraus stammende Fehler beträgt daher bei Analyse von 50 ccm Luft wegen

1) Von Dr. Feder ausgeführt.

der Berechnung von dem kleinen Gasvolum auf 50, 70 und 310 Liter und der Multiplication mit den Factoren 1000, 1400 und 6200:

bei 50 Liter Luft	25 ccm	= 0,031 g	Stickstoff
„ 70 „ „	35 ccm	= 0,044 g	„
„ 310 „ „	155 ccm	= 0,195 g	„

Wir wollen nun noch untersuchen, wie viel Stickstoff in dem zugeführten Sauerstoffgas enthalten sein müsste, um die von Seegen und Nowak gefundenen Mengen von Stickstoff zu decken.

Dieser Nachweis gelingt am besten, wenn man sich nicht auf ihre Versuche allein beschränkt, sondern zugleich auch die von Regnault und Reiset in Betracht zieht, welche über den gesammten Gaswechsel im Apparate ein vollständigeres Bild geben. Wir finden uns zunächst veranlasst, auf das relative Verhältniss zwischen ausgeathmetem Stickstoff und verzehrtem Sauerstoff hinzuweisen. Regnault und Reiset sagen schon in der Einleitung [1]): „Die vorhergehenden Versuche zeigen, dass im Allgemeinen eine Entwicklung von Stickstoff stattfindet, dass aber die Menge des entbundenen Stickstoffs nur ein sehr kleiner Bruchtheil von der Menge des verbrauchten Sauerstoffs ist". Wenn man die Versuche Nr. 16—26 an Kaninchen hernimmt [2]) und den Versuch Nr. 19, in welchem das Thier wegen Stillstandes der Pumpen zu Grunde ging, ausschliesst, so wurden 1078,6 g Sauerstoff verzehrt und 4,1 g Stickstoff ausgeathmet, was sich wie 10000:37 verhält. Die Gewichte Sauerstoff und Sticktoff in Volume umgerechnet, kommen auf 10000 Raumtheile Sauerstoff 42 Raumtheile Stickstoff, d. i. weniger als ½ Vol.-Proc.

---

1) a. a. O. S. 264.
2) a. a. O. S. 266.

Nimmt man die Versuche an Hunden [1]), so ergeben sich fast genau dieselben relativen Verhältnisse. Die Hunde verbrauchten in den Versuchen Nr. 27—38 1481,4 g Sauerstoff und lieferten 5,6 g Stickstoff, was auf 10000 g Sauerstoff 38 g Stickstoff entspricht oder 43 Zehntausendtheilen, also wieder noch nicht ½ % dem Volumen nach. Bei diesen 12 Versuchen war ein Hund *A* viermal verwendet und dabei wurde

Nr.	Sauerstoff verzehrt in Grm.	Stickstoff ausgeathmet in Grm.
27	182,288	0,182
28	182,381	0,624
29	146,479	1,016
35	156,330	0,059
	667,478	1,881

oder es treffen auf 10000 g Sauerstoff 28 g Stickstoff.

Die Verhältnisszahl für den Stickstoff ist daher beim Hunde *A* niedriger als das vorher angegebene Mittel, ohne dass sich in der Nahrung oder im Verhalten des Thieres ein Grund dafür finden liesse. Die Stickstoffwerthe in den einzelnen Versuchen an einem und demselben Thiere schwanken so regellos und so bedeutend, ohne dass man sich den geringsten Grund dafür denken kann, dass man nur das Walten eines Zufalls darin zu erblicken vermag. Im Versuche Nr. 29 scheidet der Hund binnen 21 Stunden 15 Minuten 1,016 g, im Versuche Nr. 35 binnen 17 Stunden 40 Minuten nur 0,059 g aus, also einmal in der Stunde 0,041 g, das andere Mal 0,003 g — ein Unterschied um mehr als das 11fache. Die Physiologie kennt keine einzige Function, welche unter sonst normalen und gleichbleibenden Verhältnissen in solchen Sprüngen schwankte.

Die Stickstoffzahlen von Regnault und Reiset und die

1) a. a. O. S. 270.

von Seegen und Nowak sind nicht direct vergleichbar; die ersteren geben an, wie viel Stickstoff auf den verzehrten Sauerstoff kommt, die letzteren, wie viel auf 1 kg Thier in der Stunde trifft. Die Versuche der Letzteren können nicht auf den Maassstab der Ersteren umgerechnet werden, weil Seegen und Nowak den verzehrten Sauerstoff nicht bestimmt haben; aber die Versuche der Ersteren können auf den Maassstab der Letzteren gebracht werden, und wir wählen da wieder die Versuche am Hunde *A*.

Nr.	Körpergewicht in Grm.	Stickstoff in Grm.	Versuchsdauer	Stickstoff pro Kilo Thier u. Stunde in Grm.
27	6393	0,182	24 St. 30 M.	0,0011
28	6370	0,624	22 15	0,0044
29	6290	1,016	21 15	0,0075
35	6390	0,059	17 40	0,0005
			Mittel:	0,0034

Unter den Versuchen von Seegen und Nowak finden sich fünf mit Hunden, welche wir in der gleichen Form anschreiben wollen:

Nr.	Körpergewicht in Grm.	Stickstoff in Grm.	Versuchsdauer	Stickstoff pro Kilo Thier u. Stunde in Grm
16	4200	2,384	62 St.	0,0090
20	3500	2,085	70	0,0085
21	3500	1,726	62	0,0081
29	6500	1,585	32	0,0076
30	6500	2,888	68	0,0063
			Mittel:	0,0079

Demnach haben die Hunde von Seegen und Nowak durchschnittlich mehr als nochmal so viel Stickstoff ausge-

athmet als der Hund *A* von Regnault und Reiset, was vielleicht davon herrührt, dass das über Wasser und Oel stehende Sauerstoffgas nochmal so viel Stickstoff aufnimmt als das über Chlorcalcium.

Um das volumetrische Verhältniss zwischen gewonnenem Stickstoff und verzehrtem Sauerstoff auch bei den Versuchen von Seegen und Nowak beurtheilen zu können, wollen wir zunächst annehmen, dass sie, wenn sie den verzehrten Sauerstoff bestimmt hätten, keine andere Relation als durchschnittlich Regnault und Reiset gefunden hätten.

Nach Regnault kommen bei Hunden im Mittel auf 1 g verzehrten Sauerstoffes 0,0038 g ausgeathmeten Stickstoffs. Unter Annahme der Constanz dieses Verhältnisses lässt sich die Sauerstoffmenge approximativ berechnen, welche die Hunde von Seegen und Nowak verzehrt haben müssen.

Der zu Versuch	16	verwendete	ergab	2,384 N	entsprechend	627 g	O
„ „ „	20	„	„	2,085 N	„	548	O
„ „ „	21	„	„	1,726 N	„	454	O
„ „ „	29	„	„	1,585 N	„	417	O
„ „ „	30	„	„	2,888 N	„	760	O

Man kann nun die gefundenen Gewichte des Stickstoffs und die berechneten des Sauerstoffs in Volumen bei 0° und 760 mm Druck umrechnen und erhält in Litern:

für Versuch	Stickstoff in Liter	Sauerstoff in Liter	Summe von N und O	N in Vol.-Proc.
16	1,9	438,4	440,3	0,45
20	1,7	383,2	384,9	0,44
21	1,4	317.4	318,8	0,44
29	1,2	291,6	292,8	0,41
30	2,3	530,7	533,0	0,43
			Mittel:	0,43

d. h. wenn das von Seegen und Nowak verwendete Sauerstoffgas 0,4 Vol.-Proc. Stickgas enthielt, so erklärt sich

unter obiger Voraussetzung die von ihnen beobachtete Vermehrung des Stickstoffs im Athemraum.

Da aber Seegen und Nowak wesentlich mehr Stickstof erhielten als die französischen Forscher, so ist es vielleich nicht gerechtfertigt, bei beiden das nämliche Verhältnis von Stickstoff und Sauerstoff anzunehmen; es ist dahe möglicherweise besser, die Quantität des von den Hunde von Seegen und Nowak verbrauchten Sauerstoffs nach den von Regnault und Reiset für diese Thiere gefundenen Zahlen zu berechnen, nach denen im Mittel auf 1 kg des Thieres für 1 Stunde 1,19 g Sauerstoff treffen. Darnach würde sich ergeben:

Versuch Nr.	Zeit in Stunden	Gewicht des Thieres	Sauerstoff in Grm.	Sauerstoff in Liter	Stickstoff in Liter	Stickstoff in Vol.-Proc.
16	62	4200	309,9	216,6	1,9	0,87
20	70	3500	291,6	203,9	1,7	0,82
21	62	3500	258,2	180,5	1,4	0,77
29	32	6500	247,5	173,0	1,2	0,69
30	68	6500	526,0	367,7	2,3	0,62
					Mittel:	0,75

d. h. es liesse sich die von Seegen und Nowak gefundene Vermehrung des Stickstoffs vollständig von einer Verunreinigung des Sauerstoffs ableiten, wenn dieser 0,75 Vol.-Proc. Stickstoff enthielte.

Da wir nachgewiesen haben, dass das Sauerstoffgas in unserem Gasometer, obschon es nahezu stickstofffrei in denselben gebracht worden war, nach 7 Tagen bereits 1,52 Vol.-Proc. und nach 4 Wochen sogar 6,0 Vol.-Proc. Stickstoff aufgenommen hatte, so wäre es wohl möglich, den zur Erklärung des von Seegen und Nowak gefundenen Stickstoff-

überschusses im Sauerstoffgas nöthigen Gehalt von 0,43 bis 0,75 Vol.-Proc. an Stickstoff durch die Wirkung der Diffusion und die übrigen Stickstoffquellen zu decken. Es ist auffallend, dass Seegen und Nowak, die doch von so Vielem sprechen, keine Silbe in ihrer langen Abhandlung darüber verlieren, wie sie die Reinheit ihres Sauerstoffgases controlirt haben. So erklärlich uns die von ihnen gefundene Stickstoffvermehrung im Athemraum bei Thieren ist, so schwer erklärlich ist es bei der Annahme einer Verunreinigung des Sauerstoffgases, dass ihre Weingeistlampe nur eine so geringe Stickstoffzunahme geliefert hat, in dem einen Controlversuch nur 9 und in dem andern nur 88 mg, was einem Gehalte des Sauerstoffs von nur 0,008 und 0,06 Vol.-Proc. an Stickstoff entsprechen würde.

Es liessen sich zwar manche Einwendungen gegen diese beiden Controlversuche mit Weingeist machen, aber wir sind nicht gewillt, die von Seegen und Nowak gefundene Stickstoffansammlung ausschliesslich von einem Gehalt des Sauerstoffgases an Stickstoff abzuleiten; weitaus das Bedenklichste der Versuchsanordnung bei Seegen und Nowak liegt in einer anderen Richtung.

III.

Es ist bekannt, welche Sorgfalt man bei Gasanalysen darauf verwenden muss, um dem Gasgemenge die nämliche Temperatur zu ertheilen wie die der nächsten Umgebung und die letztere genau zu ermitteln. Befindet sich das Eudiometer, welches doch nur ein kleines Volum Gas (nicht 100 ccm) einschliesst, in der Luft, so muss man sehr viele Vorsichtsmaassregeln anwenden, wenn man in dem ganzen Gasgemische die gleiche Temperatur erzielen will. Man versenkt daher gewöhnlich, um die Zeit abzukürzen, in welcher dies eintritt, und die Störungen, welche sich beim Ablesen

geltend machen, hintanzuhalten, die ganze Eudiometerröhre in eine grössere Menge von Wasser.

Bei der Methode von Seegen und Nowak muss das Volum der in dem grossem Athemraum und der ganzen langen Leitung eingeschlossenen Luft (50—310 Liter betragend), um deren Stickstoffgehalt zu erfahren, genau bekannt sein, aber auch ihre Temperatur vor und nach dem Versuch und der Druck, unter dem sie steht, denn es wird dabei nicht der gesammte Stickstoff bestimmt, sondern derselbe aus dem Stickstoffgehalte einer kleinen Probe durch tausendfache Multiplication nur berechnet.

Wenn nun schon es grosse Schwierigkeiten macht und grosse Vorsicht erheischt, das geringe in einem Eudiometer befindliche Luftvolum auf seine Temperatur zu untersuchen, so ist selbstverständlich, dass jenes grosse Luftvolum des Athemraumes diese Schwierigkeiten entsprechend erhöhen muss. Bei den Versuchen von Seegen und Nowak wird aber die Temperatur an dem ausgedehnten Apparate durch ein einziges an einer bestimmten Stelle des Athemraums angebrachtes Thermometer bestimmt und ohne weiteres vorausgesetzt, dass die Temperatur im ganzen Raum, in dem die Thiere sich befinden, sowie in der langen übrigen Leitung absolut die gleiche sei und zwar in einem Zimmer, in welchem für gewöhnlich in der Nähe des Athemkastens und in die Leitung, durch welche die Luft circulirt, eingeschlossen während langer Zeit ein Verbrennungsofen glühend erhalten worden war und auch Menschen thätig sind.

Unter solchen Umständen die Temperatur eines grossen Luftvolums genau zu bestimmen schien uns von vorn herein unmöglich zu sein. Wir haben aber dennoch, um uns von dem thatsächlichen Verhalten zu unterrichten, einige Versuche hierüber an unserem kleinen Respirationsapparate angestellt.

1. In den Athemkasten, welcher einen Kubus von je 73 cm Seitenlänge darstellt, also 389 Liter fasst, wurden in

einen Drahtkäfig eingeschlossen, drei Kaninchen gebracht. An verschiedenen Stellen des Kastens waren 12 Thermometer aufgestellt, um die Temperatur der Luft zu bestimmen. Der Kasten wurde ventilirt (1015 Liter in der Stunde); die Temperatur der Zimmerluft war eine niedrige, 8,2—8,7° C. Es währt länger als 5 Minuten (gewöhnlich 15—25 Minuten), bis nach dem Einbringen der Thiere die Temperatur nicht mehr steigt. Die Temperatur an verschiedenen Stellen des mit Thieren belegten Raumes schwankte von 8,5 bis 11,9° C., die Differenz betrug also 3,4° C.

2. In einer zweiten Versuchsreihe mit drei Kaninchen war die Zimmertemperatur eine höhere, ähnlich der bei den Versuchen von Seegen und Nowak (19,2° C). Die übrige Anordnung war die nämliche wie bei dem ersten Versuche; nur war die Ventilation eine wesentlich schwächere (666 Liter in der Stunde), nur halb so gross als bei den Versuchen von Seegen und Nowak. Hier nimmt an einigen Stellen nach 15 Minuten die Temperatur nicht mehr zu, an anderen währt es 35 Minuten, bis eine Constanz eingetreten ist. Die Temperaturdifferenzen betragen 19,5—21,1 = 1,6° C.

3. Es wird eine Weingeistlampe, welche für 1 Stunde 6,02 g Alkohol verzehrte, auf dem Boden des Athemkastens aufgestellt und zur Verhütung der Erwärmung der Decke Drahtnetze in einiger Entfernung von der Flamme angebracht. Wir hatten nämlich in einem früheren Versuche die Erfahrung gemacht, dass eine in einem kleineren, nur 64 Liter fassenden Athemkasten befindliche Alkoholflamme, welche in der Stunde 9,0 g Alkohol verbrannte, nach 20 Minuten die 32 cm davon entfernte Glasdecke bis auf 47,6° C. erwärmte, während die Temperatur der übrigen Theile nur um 2,9—4,6° C. zugenommen hatte. Bei dem jetzigen Versuche nun hatte sich an einigen Stellen nach 20 Minuten ein Gleichgewichtszustand hergestellt, an anderen noch nicht nach 40 Minuten. Die Temperaturen im Kasten schwankten

zwischen 17,5 und 27,0° C. Die äussere Temperatur betrug 17,1° C. Nach dem Auslöschen der Flamme und fortdauernder Ventilation währte es mindestens 37 Minuten, bis die Abkühlung bis zur Temperatur der Zimmerluft an einigen Thermometern eingetreten war, an anderen war sie noch nach 67 Minuten nicht vollendet.

4. In diesem Versuche wurde mit der Luftzuleitungsröhre des kleineren Athemraums von 64 Liter Inhalt ein Verbrennungsofen verbunden, in welchem die Luft zuerst über eine glühende Glasröhre strich. Zwischen dem Ofen und dem Kasten befand sich ein 46 cm langer Liebig'scher Kühler, der 300 ccm Wasser fasste. Die Entfernung des Ofens vom Kasten betrug 1,19 m; dazwischen war als Schirm gegen die Wärme ein Brett aufgestellt. Obwohl am Ofen nur 15 Flammen brannten und zwar nur so weit als zur schwachen Rothglut der Glasröhre nöthig war, und die Ventilation eine beträchtliche war (für 1 Stunde 1533 Liter, nahezu die gleiche wie bei den Versuchen von Seegen und Nowak), so stieg die Temperatur des Kühlwassers doch auf 60° C. Die Temperatur im Innern des Kastens nahm nach der Verbindung des Ofens mit dem Zuleitungsrohr sehr ungleich zu, nämlich an den von der Zuleitungsröhre entfernteren Stellen um 5,7—8,7° C., an den näheren um 12,4, 19,9 und 37,7° C. Nach dem Auslöschen und Ausschalten des Ofens war im Innern noch nach 52 Minuten die Temperatur etwas höher als aussen, wo sie zuletzt 19,4° betrug.

Wenn nun schon im Innern des Kastens an verschiedenen Stellen die Temperatur nicht die gleiche ist, so ist dies noch viel weniger möglich in der langen Leitung, in welcher die Luft in Röhren bewegt und durch Flüssigkeiten geleitet, ja an einer Stelle sogar geglüht wird. Die stark erhitzte Luft tritt bei dem Apparat von Seegen und Nowak in eine mit Wasser gefüllte Kühlvorrichtung, worin sie aber schwerlich ganz abgekühlt werden kann. Sie gelangt nach

dem obigen Versuche wahrscheinlich noch sehr heiss in den Athemraum zurück. Und nun soll durch ein einziges Thermometer an einer bestimmten Stelle die mittlere Temperatur des ganzen 50—310 Liter fassenden Athemraums mit der Röhrenleitung genau bestimmt werden. Dies ist einfach unmöglich.

An dem Athemraum von Seegen und Nowak sind alle Leitungsröhren sowie das Thermometer am Deckel angebracht, so dass das aus dem Gasometer kommende Sauerstoffgas oben eintritt, die aus dem Raume weggesaugte Luft oben weggenommen und die dahin zurückkehrende heisse Luft oben wieder zugeführt wird, ferner die Probe der Luft zur Analyse oben abgesaugt und die Temperatur in den oberen Schichten gemessen wird; es ist denkbar, dass dadurch keine vollständige Mischung der Luft im Kasten sich herstellt und eine Luft zur Untersuchung kommt, welche nicht die mittlere Zusammensetzung und Temperatur der Luft im Kasten besitzt.

Regnault und Reiset haben wohlweislich den ganzen Athemraum (von nur 45 Liter Inhalt) mit Wasser umgeben und in diesem letzteren die Temperatur gemessen; sie haben so den Fehler jedenfalls wesentlich verkleinert.

Man kann berechnen, wie viel es im Stickstoffgehalte ausmacht, wenn die Mitteltemperatur bei den Versuchen von Seegen und Nowak um 1° oder 2° oder 3° etc. ungenau bestimmt worden ist. Nimmt man bei sonst unveränderten Verhältnissen statt 17° eine höhere Temperatur, von 18° oder 19° oder 20° etc. an, so ergeben sich für die drei Versuchskäfige folgende Differenzen der Stickstoffmengen in Gramm:

Athemraum in Liter	für 18°	für 19°	für 20°	für 21°	für 22°	für 23°
50	0,161	0,321	0,478	0,636	0,791	0,947
70	0,223	0,450	0,670	0,890	1,108	1,325
310	1,000	1,990	2,970	3,940	4,907	5,870

d. h. es erklärt sich das von Seegen und Nowak gefundene Plus an Stickstoff vollständig, wenn sie eine zu niedrige mittlere Endtemperatur durch ihren Thermometer erhalten haben und zwar um 1—5°C.

Dies ist nun nach unsern obigen Erfahrungen sehr wohl möglich. Da die Differenzen im procentigen Stickstoffgehalt der Luft im Athemraum nach den Bestimmungen von Seegen und Nowak beim Beginn und am Ende des Versuchs nur gering sind, im Mittel nur 1,5%, so kommt es ganz wesentlich auf die genaue Feststellung des mittleren Temperaturgrades an. Jedenfalls darf man schliessen, dass die Resultate der Beiden kein Zutrauen verdienen, ehe diese Fehlerquelle nicht ausgeschlossen ist. Daraus scheint sich nun auch zum Theil aufzuklären, warum die beiden Weingeistcontrolversuche derselben nur ein unbedeutendes Stickstoffplus ergeben haben[1]). Denn bei diesen Versuchen allein wurde nach dem Verlöschen der Lampe das Auspumpen der Luft noch 4 Stunden fortgesetzt, wodurch sich die Ungleichartigkeit der Temperatur ausgleichen musste. Es wäre interessant zu wissen, welche Erfahrungen Seegen und Nowak dabei gemacht haben; ob sie hier gleich auf den guten Gedanken gekommen sind, nach dem Erlöschen der Flamme noch zu ventiliren, oder ob sie durch beträchtliche Verschiedenheiten der Temperatur der äusseren und inneren Luft oder vielleicht gar durch ein hohes Stickstoffplus dazu genöthigt worden sind. Bei den Thierversuchen ist im Allgemeinen in derselben Zeit, namentlich bei Einschaltung des Verbrennungsofens, nicht weniger Wärme geliefert worden als durch den verbrennenden Weingeist; wenn das nachträgliche Auspumpen für die Versuche

---

1) Abgesehen davon, dass sich dabei auch kein Ammoniak entwickelt haben kann wie bei den Thierversuchen aus dem Harn.

mit dem Weingeist nöthig war, so musste es auch bei den Thierversuchen geschehen.

Vielleicht erklärt sich das geringe Plus und Minus an Stickstoff, welches Regnault und Reiset gefunden haben, theilweise auch dadurch, dass das den Athemraum umgebende Wasser durch Schwankungen der äusseren Temperatur während des Versuchs eine etwas niedrigere oder höhere Temperatur angenommen hat als die Luft im Athemraum[1]).

Kellner[2]) wendet gegen Seegen und Nowak ein, die Luft des Athemraums, aus welchem diese die Gasprobe zur Untersuchung genommen, habe nicht die gleiche Zusammensetzung wie die der 17 Liter fassenden Röhrenleitung; die letztere enthielte nämlich am Schluss des Versuchs Luft,

---

1) Die Verminderung des Stickgases, welche Regnault und Reiset bei einer Anzahl von Versuchen erhalten haben, ist eine Thatsache, welche sehr wohl beachtet werden muss. Seegen und Nowak, die im Gegensatz dazu stets eine Zunahme des Stickstoffs fanden, sprechen darüber kein Wort, und wir wissen daher nicht, wie sie sich dieselbe erklären. Entweder liegt dabei ein Versuchsfehler vor, dann kann aber auch die ebenso beträchtliche Vermehrung des Stickstoffs auf einem solchen beruhen. Oder es ist der verschwundene Stickstoff zum Aufbau stickstoffhaltiger Substanz verwendet worden, was man doch wohl nicht annehmen will. Oder es ist derselbe endlich als solcher in die Säfte und Höhlen des Körpers eingetreten, dann muss aber die ebenso grosse Stickstoffabgabe auf die gleiche Weise aufgefasst werden. In den Fällen, bei welchen es sich um eine grössere Ausscheidung von Stickstoff beim Athmen in einem Luftgemenge handelt, in welchem der Stickstoff durch Wasserstoff ersetzt ist (bei einem Kaninchen in 20 Stunden 1,073 g Stickstoff), findet offenbar ein Austreiben des im Körper des Thieres vorhandenen, aus der atmosphärischen Luft stammenden Stickstoffs durch das Wasserstoffgas statt, wie es Regnault und Reiset ebenfalls für wahrscheinlich halten.

2) Untersuchungen über einige Beziehungen zwischen Muskelthätigkeit und Stoffzerfall im thierischen Organismus, ausgeführt auf der kgl. landw. Versuchsstation Hohenheim, in den landw. Jahrbüchern 1880, 2. Bericht.

welche grösstentheils frei von Kohlensäure und Wasserdampf sei, weil, wie er meint, die Absorptionsgefässe unmittelbar nach dem Austritt der Luft aus dem Käfig sich befunden hätten. Dieser Einwand ist nicht ganz gerechtfertigt, da die Absorptionsapparate nicht am Anfang, sondern am Ende der Leitung angebracht sind; Kellner ist wahrscheinlich durch die falsche Zeichnung der Ventilstellung in der Abhandlung von Seegen und Nowak zu seiner Meinung verführt worden. Aber es hat doch gewiss ein Theil der Luft der Röhrenleitung eine andere Zusammensetzung wie die im Athemraum und ist es richtig, dass die verschiedene Tension des Wasserdampfes bei den Berechnungen von Seegen und Nowak nicht berücksichtigt ist, wenigstens ist von dieser Fehlerquelle in ihrer Abhandlung nicht die Rede.

Eines aber ist endlich noch in hohem Grade auffallend, das ist die fast gleiche Temperatur bei den Versuchen von Seegen und Nowak. Dieselben sagen, sie hätten sich 6 Jahre lang mit ihrer Untersuchung beschäftiget: in 34 Versuchen, die von ihnen angegeben werden, schwankt die Temperatur von 16.8 – 17.9° C., die grösste Schwankung beträgt also 1.1° C. In manchen Versuchen, welche bis zu 110 Stunden währen, ist die Temperatur zu Anfang und am Ende absolut die nämliche, oder sie ist nur um einige Zehntel Grad verschieden. Wir können nur sagen, dass es uns unmöglich war, eine solche Constanz der Temperatur in Räumen zu beobachten, welche in besonderer Weise für Gasanalysen gebaut waren, um die Temperaturschwankungen so klein als möglich zu machen. Wenn die Arbeit von Seegen und Nowak 6 Jahre in Anspruch genommen hat, so ist wohl ein Theil ihrer Versuche bei kälterer, ein Theil bei wärmerer Jahreszeit gemacht worden, aber die Temperatur des Raumes wird immer zu nahezu 17° angegeben. Sind die Versuche nur im Winter ausgeführt worden, so will es uns wenigstens nicht gelingen, die Temperatur durch Heizen

stets so gleichmässig zu halten; sind sie nur im Sommer angestellt worden, so wüssten wir nicht, wie man die Temperatur in einem gewöhnlichen Zimmer stets auf der nämlichen Höhe bewahren kann, denn der Beginn und das Ende des Versuchs fielen meist nicht in die gleiche Tageszeit. Jedermann weiss, dass im Sommer die Räume zu verschiedener Tageszeit eine sehr ungleiche Temperatur besitzen. Das Thermometer ist im Athemkasten aufgestellt; trotzdem ist es fast gleichgültig, ob in dem Kasten ein einziges Huhn oder fünf Hühner sich befanden, ein Kaninchen oder vier Kaninchen darin lebten. In 28 Versuchen brannte ein Verbrennungsofen im Zimmer nahe dem Athemraum, in 14 Versuchen nicht; die Temperatur wurde jedoch dadurch nach den Angaben von Seegen und Nowak nicht beeinflusst. Als wir bei den vorher erwähnten Versuchen den Verbrennungsofen anzündeten, stieg die Temperatur im Zimmer von 17,7° in 1 Stunde 25 Min. auf 22,0° und fiel nach dem Abkühlen desselben erst in 52 Minuten wieder auf 19,4° ab[1]).

Es ist uns absolut unmöglich, dieses merkwürdige Gleichbleiben der Temperatur zu verstehen. Wir glauben, dass neben der nicht vermiedenen Diffusion von Stickstoff in den Vorrath des Sauerstoffs die Annahme der gleichen Temperatur an allen Stellen des Athemraums und in der

1) Wenn man aus den von Seegen und Nowak auf S. 414 ihrer Abhandlung mitgetheilten Zahlen der täglichen Stickstoffausscheidung der Thiere die stündliche Stickstoffabgabe berechnet, so findet man, dass für jeden der drei Athemkästen fast immer die gleiche Stickstoffmenge sich ergiebt, im Mittel 0,0129 g für den 50 Liter fassenden Raum, 0,0317 g für den von 70 Liter Inhalt und 0,0469 g für den von 100 Liter. Es finden sich nur einige Ausnahmen, und es scheint in einer Anzahl von Fällen, als ob die Grösse des Kastens für die Stickstoffproduction von wesentlicherem Einfluss ist als die Grösse des darin athmenden Thierkörpers, d. h. dass irgendwo eine bestimmte Fehlerquelle sich findet, die mit dem Volum des Athemraums wächst.

langen Röhrenleitung, sowie auch die geringen Schwankungen der Temperatur bei den verschiedenen Versuchen zu so gewichtigen Bedenken gegen die Versuchsanordnung von Seegen und Nowak Veranlassung geben, dass wir vor deren Hebung die dadurch erhaltenen Resultate nicht als richtig ansehen können. Es ist durch die Versuche von Seegen und Nowak daher nicht, wie sie meinen, unzweifelhaft festgestellt, dass der thierische Organismus im Stande ist, einen Theil des aus der Umsetzung der Albuminate frei werdenden Stickstoffs in Gasform auszuscheiden, sondern man muss vielmehr annehmen, dass das von ihnen erhaltene Plus an Stickstoff das Resultat mangelhafter Beobachtung ist.

Ritzberg angestellte Versuche, welche allerdings grossen Schwierigkeiten begegnet werden, lies uns vor fest überzeugt, nicht die Zunahme des Stickstoffs im Athemraum ergeben, wie sie Seegen und Nowak gefunden haben. Nach den Versuchen von Mosler ist es unmöglich, dass aus der Zersetzung des Eiweisses herrührendes Stickgas den Körper [illegible] [illegible] Theil [illegible] Harn und [illegible] Seegen und Nowak und ihren Versuchen [illegible] Stickstoffs [illegible] Harn und [illegible] werden können.

[illegible]

sonders gegen die Vielen so höchst unbequemen Controlversuche, welche uns darthaten, dass unser Apparat bis zu einem bekannten Grade zuverlässige Angaben liefert.

Gegen die Genauigkeit der Kohlensäurebestimmungen können sie keine berechtigte Einwendung machen; sie ist durch die dahier, sowie in Weende von Henneberg[1]) und in Leipzig von Stohmann[2]) ausgeführten Controlversuche über allen Zweifel nachgewiesen.

Aber die Controlversuche, welche gemacht wurden, um die Genauigkeit der Wasserbestimmung im Apparat zu prüfen, wird von ihnen kritisirt. Wir sind nicht gewillt, Seegen und Nowak in das Detail ihrer Darstellungen zu folgen, da jeder, welcher die Berichte über unsere Versuche[3]) aufmerksam liest, im Stande ist, die Insinuationen derselben zu beurtheilen. Es war in den ersten Versuchen der Art gezeigt worden, dass bei Verdunstung einer grösseren Wassermenge durch eine Weingeistflamme, wenn der Versuch durch 24 Stunden fortgesetzt wurde, der Fehler 1,5% betrug. Allerdings war der Fehler bei späteren nur 8stündigen Versuchen und Verbrennung von Stearin grösser; weil aber erfahrungsgemäss der procentige Fehler mit der Zeit abnimmt, so wurde von uns darnach für einen 24stündigen Versuch der mittlere Fehler zu 9,6 g Wasser berechnet. Da dieser Fehler die Schlussfolgerungen aus unseren Versuchen nicht alterirte und vollkommen gleichgültig war, so waren wir damals nicht bestrebt, den Grund für jene etwas grössere Abweichung zu suchen. Wir haben aber stets angegeben,

---

1) Neue Beiträge zur Begründung einer rationellen Fütterung der Wiederkäuer 1870 Heft 1 S. 48.

2) Landw. Versuchsstationen 1876 Bd. 19 S. 95.

3) Ann. d. Chem. u. Pharm. 1862, 2. Suppl.-Bd. S. 47; Sitzungsber. d. k. b. Akad., math.-physik. Classe, 14. Febr. 1863 S. 152; Zeitschrift für Biologie 1875 Bd. 11 S. 126.

wie weit genau unsere Bestimmungen sind; so haben wir z. B. für das durch die Respiration beim Menschen verdunstete Wasser bis zu 30 g als grösstmöglichen Fehler bezeichnet[1]).

Nachdem aber Henneberg mit seinem in viel grösserer Dimension gebauten Respirationsapparate bei den Wassercontrolversuchen sehr bedeutende Differenzen gefunden hatte, ohne im Stande zu sein, den Grund dafür zu entdecken, beschäftigten wir uns wieder mit der Sache[2]) und suchten, woher die differenten Resultate kommen mögen. Dass unser Apparat für unsere Zwecke genügend genaue Werthe für das Wasser, wenn auch anscheinend nicht so genaue wie für die Kohlensäure, giebt, stand fest; wir waren jedoch bestrebt, den Grund der Henneberg'schen Resultate zu finden und zu gleicher Zeit die Bestimmungen des Wassers auf einen noch höheren Grad der Vollkommenheit zu bringen, weshalb wir alles, was von Einfluss auf jene Bestimmung sein konnte, experimentell untersuchten. Aber es gelang lange nicht, obwohl mannigfache Ursachen aufgedeckt wurden, welche die Ermittlung des Wassers zu einer weniger genauen machen als die der Kohlensäure, und obwohl alle möglichen Verbesserungen angebracht wurden, bei Brennen von Stearinkerzen den Fehler wesentlich zu verkleinern. Es wurde dargethan, dass sich bei unserem Apparate an den Wandungen des Kastens oder der Leitungsröhren kein Wasserdampf condensirt, oder vorher niedergeschlagenes Wasser weggenommen wird, dass die Verbesserung der Absorptionsapparate für das Wasser oder der Gasuhren keinen wesentlichen Ausschlag giebt. Schliesslich wurde der so lange gesuchte Fehler in der Wasserbestimmung nicht im

---

1) Zeitschrift für Biologie 1866 Bd. 2 S. 476.

2) Zeitschrift für Biologie 1875 Bd. 11 S. 126 (mit Ernst Voit und J. Forster).

Apparat und in der Methode, sondern in dem Material, welches zur Erzeugung von Wasser benutzt wurde, nämlich in den Stearinkerzen, erkannt; dieselben liefern ein unvollständig verbranntes, an Wasserstoff reiches Gas oder Wasserstoff, sie liefern aber auch meist nur sehr wenig Wasser, wodurch der procentige Fehler stark vergrössert wird. Beim Verdunsten einer der Abgabe des thierischen Organismus entsprechenden Wassermenge erhielten wir dasselbe wieder bis auf 3 Procent; deshalb hatten wir auch früher bei unsern ersten Wassercontrolversuchen, wo mit einer kleinen Weingeistflamme viel Wasser verdunstet worden war, brauchbare Resultate erzielt. Die bei den Thierversuchen mit unserem Apparat ausgeführten Bestimmungen sind daher für die Kohlensäure bis auf etwa 1 Procent, für das Wasser bis auf etwa 3 Procent genau. Wir haben dabei auf eine Anzahl von Mängeln bei den Wasserbestimmungen von Henneberg aufmerksam gemacht, auf die grossen Differenzen der beiden gleichzeitigen Proben und auf die Anwendung der Stearinkerzen; es kann sich aber auch bei den viel grössere Dimensionen darbietenden Apparaten, welche von Henneberg und von Stohmann für die Untersuchung des Gasaustausches grösserer Thiere gebaut worden sind und bei welchen die Wände der Kammer ungleiche Temperaturen besitzen, um eine Condensation von Wasser an denselben handeln, wie Stohmann [1]) durch Verdampfung von Wasser mittels Erhitzung des Bodens des Kastens nachzuweisen suchte.

Seegen und Nowak haben unsere Wassercontrolbestimmungen vorzüglich deshalb angegriffen, um zu wiederholten Malen sagen zu können, dass auffallenderweise trotz der unvermeidlichen Fehler in den Einnahme- und Ausgabeposten doch die Bilanzen genau übereinstimmen. Wir können

1) Landw. Versuchsstationen 1876 Bd. 19 S. 81 u. S. 159.

daraus nur schliessen, dass Seegen und Nowak unsere Bilanzen nicht näher angesehen haben, oder dass sie sich mit ihrer Kritik derselben nur einen Spass erlauben wollten, der aber in den Augen Sachverständiger gewiss uns nicht lächerlich gemacht hat. Unsere Bilanzen kamen in derselben Weise zu Stande und klappen aus demselben Grunde, wie bei jeder chemischen Analyse mehrfach zusammengesetzter Stoffe, wo ein Bestandtheil nicht direct, sondern aus der Gewichtsdifferenz zwischen der Summe der direct gefundenen Bestandtheile und dem Gewichte der ganzen zur Analyse verwendeten Menge bestimmt wird. Die bei der Bestimmung der einzelnen Bestandtheile gemachten Fehler fallen sämmtlich auf den einen indirect (aus der Differenz) ermittelten Bestandtheil, und wird dadurch die Bilanz jedesmal unvermeidlich zum Stimmen gebracht. So wird bei der Elementaranalyse organischer Verbindungen stets der Sauerstoff derselben aus dem Versuche entnommen: 100 Theile Essigsäure geben z. B. bei der Verbrennung mit Kupferoxyd bald etwas mehr, bald etwas weniger Kohlensäure oder Wasser, woraus dann der Kohlenstoff und Wasserstoff berechnet und das von 100 Fehlende als Sauerstoff in die Rechnung eingesetzt wird. Bei unseren Respirationsversuchen haben wir ebenso den Sauerstoff aus der den Apparat durchströmenden Luft angenommen und in Rechnung gesetzt, wie er bei den Elementaranalysen aus dem Kupferoxyd stammt. Aus dem gleichen Grunde geben auch, obwohl dabei ebenfalls Fehler nicht zu vermeiden sind, die Gasanalysen von Seegen und Nowak, bei denen der Stickstoff aus dem zuletzt übrig bleibenden Gasvolum bestimmt wird, genau die Zahl 100 und nicht manchmal mehr, manchmal weniger. Die Richtigkeit der sich uns ergebenden Sauerstoffzahl aber haben wir auf eine ganz andere Art controlirt, nämlich dadurch, dass wir berechneten, wie viel Sauerstoff nothwendig ist, um die im

Körper zersetzten Stoffe zu oxydiren; da haben wir gezeigt, dass diese Sauerstoffmengen in Soll und Haben nie völlig übereinstimmen, dass jedoch die Differenzen die von uns bestimmten Fehlergrenzen nicht wesentlich überschreiten.

Wir haben die von uns verwendeten Respirationsapparate auf die Genauigkeit ihrer Angaben durch Controlversuche geprüft und für die der Kohlensäure Stearinkerzen angewendet, für die des Wassers die Verdampfung einer bestimmten Menge Wasser als das Beste erkannt. Bei keinem anderen Apparate der Art weiss man, wie weit genau die damit erlangten Resultate sind. Es wäre daher, wie wir schon öfter und gewiss mit Recht hervorgehoben haben, höchst wünschenswerth, wenn die von Anderen benutzten Respirationsapparate ebenfalls in ähnlicher Weise untersucht werden würden. So haben wir dies auch für die Angaben von Regnault und Reiset in Hinsicht der Zunahme oder der Abnahme des Stickstoffs im Athemraum gewünscht. Seegen und Nowak meinen dagegen: „Wenn es sich darum handelt, nachzuweisen, dass der im Apparat entwickelte Stickstoff wirklich aus dem Thierleibe stammt, braucht nur nachgewiesen zu werden, dass dieser Stickstoff nicht von aussen in den Apparat gelangt sein kann; zu dem Zwecke genügt es, zu beweisen, dass während des ganzen Versuches ein Einströmen der äusseren Luft unmöglich, und dass der verwendete Sauerstoff durch Stickstoff nicht verunreiniget war". Wir sind ganz der gleichen Meinung, nur scheint uns dieser Beweis nicht dadurch geführt zu sein, dass man, wie Regnault und Reiset es thun, versichert, sie seien diesen Forderungen gerecht geworden; wir haben darum Regnault und Reiset vorgeschlagen, eine Stearinkerze statt des Thieres in dem Apparate brennen zu lassen und zuzusehen, ob der Stickstoffgehalt im Athemraume wirklich unverändert bleibt.

Seegen und Nowak konnten es sich dennoch nicht versagen, das von Regnault gegen unsere Controlversuche aufgebrachte geflügelte Wort, dass sie ein barbarisches Expriment (procédé barbare) seien, neuerdings zu wiederholen. Wir können nur wiederholt erwidern, dass wir noch immer nicht einsehen können, worin da die Barbarei liegen soll. Eine Stearinkerze ist viel einfacher zusammengesetzt als ein Hund oder ein Kaninchen oder eine Henne, und der Verbrennungsprocess einer solchen Kerze viel weniger in Dunkel gehüllt als der Lebensprocess dieser Thiere. Wie viel eine Kerze oder eine andere Flamme aus der Luft Sauerstoff verzehrt und Kohlensäure abgiebt, muss in einem Apparate, in welchem bestimmt werden kann, wie viel davon Thiere einnehmen und ausgeben, ebenso leicht bestimmbar sein, und falls die Verbrennung keine vollständige ist und sich neben Kohlensäure auch Kohlenwasserstoff, Kohlenoxyd oder Wasserstoff bildet, so muss dies ebenso zu finden sein, als wenn sich diese Gase aus dem Darm der Thiere entwickeln. Uns kömmt es sogar viel barbarischer vor, drei oder vier Kaninchen in ein kleines Gehäuse zu sperren und sie darin zwei und drei Tage lang in ihren Excrementen liegen zu lassen ohne die gesammte Luft zu wechseln, als eine Kerze oder ein Weingeist- oder Oelflämmchen darin zu brennen: die Luft wird im letzteren Falle bei weitem nicht so barbarisch riechen wie im ersteren. Während Regnault und Reiset bei ihren Versuchen nie gewusst haben, was und wie viel ihre Thiere zersetzt haben, hätten sie sehr genau wägen und messen können, wie viel Stearin oder Weingeist oder Oel von genau bekannter Zusammensetzung verbrannt ist und welche Verbrennungsproducte sich in der Luft finden, und wie das Gefundene mit ihren Voraussetzungen stimmt.

Nach unseren Auseinandersetzungen stehen drei Thatsachen fest und sind es vorzüglich, welche die Schlussfolgerungen von Seegen und Nowak unzulässig erscheinen lassen; erstens hat M. Gruber in dem angegebenen mit allen Vorsichtsmaassregeln angestellten Versuche am Hunde während 17 Tagen genau so viel Stickstoff und Schwefel im Harn und Koth aufgefunden als in der Nahrung gereicht worden war; zweitens haben Seegen und Nowak nicht, wie sie geglaubt haben, die Möglichkeit einer Diffusion des Stickstoffs aus der Luft in den von ihnen verwendeten Sauerstoff hinein ausgeschlossen, und drittens haben sie keinerlei Garantie dafür geboten, dass die Temperatur der in ihrem Apparate eingeschlossenen Luft, auf deren genaueste Messung alles ankommt, zu Anfang und Ende des Versuchs mit der nöthigen Sicherheit bestimmt worden ist.[1]) Namentlich letzteres halten wir für eine der schwierigsten Aufgaben; wie sorgfältig muss man bereits verfahren, um die Temperatur der Luft in einer schmalen Eudiometerröhre in einem Gaszimmer richtig zu bestimmen, und nun denke man sich den Athemraum und die Annexe des Apparates von Seegen und Nowak, in welchem Wärme abgebende Thiere sich befinden und bei dem die circulirende Luft in einem glühenden Verbrennungsofen erhitzt wird. Obwohl diese Schwierigkeiten längst bekannt sind, haben sich die Genannten sehr leicht darüber hinweggesetzt und die an verschiedenen Stellen jedenfalls sehr ungleiche Temperatur des 50—310 Liter fassenden Athemraums mittels eines einzigen Thermometers an einer einzigen Stelle des grossen Raumes abgelesen. Wir halten es für unmöglich, der An-

---

1) Diese Unsicherheit in der Temperaturbestimmung scheint sich uns auch darin auszudrücken, dass der Athemraum unter den verschiedensten Umständen stets fast die gleiche Temperatur gehabt haben soll.

forderung einer genauen Temperaturbestimmung mi Seegen-Nowak'schen Apparate bis zum erforderlichen zu genügen.

Es sind demnach nicht nur die Behauptunge Auftreten gasförmigen Stickstoffes, sondern auch di wände, welche Seegen und Nowak gegen die Gül unserer Arbeiten über den Stoffwechsel gemacht vollständig grundlos.

Sitzung vom 5. März 1881.

Herr C. W. Gümbel legt vor und bespricht:

„Nachträge zu den Mittheilungen über die Wassersteine (Enhydros) von Uruguay und über einige süd- und mittelamerikanische sogen. Andesite."

I. Enhydros.

Die Mittheilungen, welche ich über die Natur und den Inhalt der mit einer Flüssigkeit erfüllten Chalcedonmandeln früher [1]) gemacht habe, waren wegen Mangels an zureichendem Materiale nach mehreren Richtungen hin lückenhaft und unvollständig. Durch die grosse Gefälligkeit des Herrn Geh. Raths v. Pettenkofer und die Güte des Herrn Dr. Günther, [2]) welche mir eine grössere Anzahl der sog. Wassersteine neuerdings zur Verfügung stellten, bin ich nunmehr in der Lage, wenigstens einige Lücken durch Nachträge ausfüllen und namentlich auch über das Gestein, in welchem die Achat- oder Chalcedonmandeln eingeschlossen vorkommen, nähere Auskunft geben zu können.

---

1) Siehe Sitzungsberichte d. k. bayer. Akad. d. Wiss. 1880. II. math. phys. Cl.

2) Ich benütze gerne diese Gelegenheit, den genannten Herren für ihre freundliche Unterstützung hier meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Es ist bereits in den ersten Mittheilungen erwähnt worden, dass die Chalcedonmandeln nur theilweise mit einer wässrigen Flüssigkeit erfüllt sind und dass daneben eine der atmosphärischen Luft ähnliche Gasart den übrigen Raum einnimmt. Die Natur und Zusammensetzung dieser Gasart konnte aber damals nicht näher bestimmt werden. Eine mit relativ geringer Menge von wässriger Flüssigkeit und entsprechend grösserer Gasmenge erfüllte Mandel konnte unter Quecksilber angebohrt und das eingeschlossene Gas aufgefangen werden. Die eudiometrische Analyse des Gases ergab eine der atmosphärischen Luft entsprechende Zusammensetzung mit einer kleinen Beimengung von Kohlensäure. Wir werden später sehen, dass damit auch anderweitige Untersuchungsresultate übereinstimmen.

Die zehn Exemplare von Wassersteinen, welche mir zur Verfügung standen, enthielten eine sehr verschiedene Menge von Flüssigkeit eingeschlossen, soweit sich dies wenigstens nach dem äusseren Ansehen beurtheilen liess. Eine derselben schien sogar eines wässrigen Flüssigkeitseinschlusses ganz zu entbehren. Diese Verhältnisse deuten mit Entschiedenheit auf eine mit der Zeit veränderliche Menge des eingeschlossenen Wassers hin. Herr Professor Knop hatte die Freundlichkeit, kurz nach dem Erscheinen meiner ersten Mittheilung auf eine Reihe von Beobachtungen mich aufmerksam zu machen, welche er an einem solchen Wasserstein angestellt hatte. Ich mache von seiner Erlaubniss dankend Gebrauch, diese interessanten Beobachtungsergebnisse hier mitzutheilen. Die zur Untersuchung benutzte Chalcedonmandel wog bei Beginn der Beobachtung (23. Mai 1879) bei 4,5 cm Länge, 4,0 cm Breite und einer mittleren Dicke von 1 cm = 17,6600 grm. Dieselbe wurde in einen Exsiccator über Chlorcalcium aufbewahrt und von Zeit zu Zeit einer Wägung unterworfen. Hierbei ergaben sich folgende Zahlenwerthe:

Wägung	am	23.	Mai	1879	= 17,6600	grm.
„	„	28.	„	„	= 17,6580	„
„	„	7.	Juni	„	= 17,6524	„
„	„	10.	„	„	= 17,6500	„
„	„	14.	„	„	= 17,6478	„
„	„	18.	„	„	= 17,6464	„
„	„	21.	„	„	= 17,6442	„
„	„	26.	„	„	= 17,6421	„
„	„	1.	Juli	„	= 17,6390	„
„	„	4.	„	„	= 17,6370	„

Damit war eine Verdunstung der in der Mandel eingeschlossenen Flüssigkeit unzweideutig nachgewiesen.

Dieselbe betrug im Ganzen während 42 Tage 0,0230 grm oder auf den Tag 0,00055 grm durchschnittlich.

Die Differenz betrug

1)	vom	23.—28. Mai	= 0,0020	in	5	Tagen
2)	„	28. M. — 7. Juni	= 0,0056	in	10	„
3)	„	7. J. — 10. „	= 0,0024	„	3	„
4)	„	10. J. — 14. „	= 0,0022	„	4	„
5)	„	14. J. — 18. „	= 0,0014	„	4	„
6)	„	18. J. — 21. „	= 0,0022	„	3	„
7)	„	21. J. — 26. „	= 0,0021	„	5	„
8)	„	26. J. — 1. Juli	= 0,0031	„	5	„
9)	„	1. Jl. — 4. „	= 0,0020	„	3	„
			0,0230	in	42	Tagen.

Der Gang der Verdunstung ist nahezu ein gleichmässiger entsprechend der mittleren Verdunstungsmenge von 0,00055 grm auf den Tag. Die Abweichungen von diesem Durchschnitte, welche in der 1., 5. und 7. Messungsperiode sich bemerkbar machen, gründen sich sehr wahrscheinlich, wie ich mich durch weiter angestellte eigene Beobachtungen überzeugt zu haben glaube, auf die Verschiedenheit der Lage, in welcher die Mandel aufbewahrt

wird, und welche für die Verdunstung günstige und minder günstige Verhältnisse darbietet.

Zur Controle hat Hr. Professor Knop die Mandel hierauf in destillirtes Wasser gelegt und jedesmal vor der zeitweise vorgenommenen Wiederwägung gut abgetrocknet und ½ Stunde im Chlorcalciumapparate aufbewahrt. Es ergab sich eine entsprechende Gewichtszunahme und zwar

am	5. Juli	17,6374	grm.
„	10. „	17,6508	„
„	16. „	17,6605	„
„	22. „	17,6795	„
„	26. „	17,6797	„
„	11. Aug. . . .	17,7428	„
„	1. Sept. . . .	17,8080	„
„	17. „	17,8210	„

In 76 Tagen war die Gewichtszunahme = 0,1836 grm., auf den Tag durchschnittlich = 0,002416 grm., wobei die Aufnahme im Einzelnen der Zeit nach sehr ungleichförmig erfolgte. Es ist bemerkenswerth, dass durch Wassermehraufnahme das Gewicht der Mandel über das ursprüngliche sich steigerte. Eine solche Ab- und Zunahme der wässrigen Flüssigkeit wird wohl auch unter Umständen an den Orten stattfinden, wo die Mandeln ursprünglich vorkommen. Dass hierbei zugleich ein Aus- und Eintreten von Luft stattfinden muss, bedarf keines näheren Nachweises. Daraus erklärt sich auch die Zusammensetzung der in den Geoden miteingeschlossenen Gase, welche jener der atmosphärischen Luft der Umgebung gleichkommt. Auf welchen Wegen wandern nun Flüssigkeit und Luft aus und ein? Ehe ich diese Frage zu beantworten versuche, theile ich die Ergebnisse einer zweiten Versuchsreihe in Bezug auf die Verdunstungserscheinungen mit, welche ich unter dem Einfluss erhöhter Wärme (80—90° C.) anstellen liess. Die Wägung wurde immer vorgenommen, sobald die Mandel eine Tempe-

ratur von 15—17° C. angenommen hatte und die Geode während 4 Stunden im Wärmapparat gelegen hatte. Die Messung umfasste einen Zeitraum von 100 Tagen und begann am 10. Nov. 1880.

1) Wägungen	10/XI	Gesammtgewicht = 16,2612 grm.			
				1) Diff.	= 0,2390
2) „	16/XI	angenomm. Gew.	= 16,0222 „		
				2) „	= 0,1198
3) „	19/XI	„ „	= 15,9024 „		
				3) „	= 0,1092
4) „	24/XI	„ „	= 15,7932 „		
				4) „	= 0,2422
5) „	3/XII	„ „	= 15,5510 „		
				5) „	= 0,0327
6) „	6/XII	„ „	= 15,5183 „		
				6) „	= 0,1783
7) „	20/XII	„ „	= 15,3400 „		
				7) „	= 0,1557
8) „	12/I 81	„ „	= 15,1843 „		
				8) „	= 0,1231
9) „	20/I „	„ „	= 15,0612 „		
				9) „	= 0,1423
10) „	18/II „	„ „	= 14,9189 „		

Die Messungen nach dem 18. Febr. 1881 ergaben keine weiteren Gewichtsdifferenzen mehr. Innerhalb 100 Tage betrug demnach die Gesammtgewichtsabnahme 16,2612 — 14,9189 = 1,3423 gr. oder durchschnittlich auf den Tag = 0,013423 gr. Dieser Gewichtsverlust war aber ein sehr ungleicher. Denn es betrug dieser in

1) der ersten Messungsperiode mit 6 Tagen = 0,2390
auf den Tag also = 0,0398
2) der zweiten Messungsperiode mit 3 Tagen = 0,1198
auf den Tag also = 0,0399
3) der dritten Messungsperiode mit 5 Tagen = 0,1092
auf den Tag also = 0,0218
4) der vierten Messungsperiode mit 9 Tagen = 0,2422
auf den Tag also = 0,0270
5) der fünften Messungsperiode mit 3 Tagen = 0,0327
auf den Tag also = 0,0109

6) der sechsten Messungsperiode mit 14 Tagen = 0,1783
auf den Tag also = 0,0127
7) der siebenten Messungsperiode mit 23 Tagen = 0,1557
auf den Tag also = 0,0067
8) der achten Messungsperiode mit 8 Tagen = 0,1231
auf den Tag also = 0,0154
9) der neunten Messungsperiode mit 29 Tagen = 0,1423
auf den Tag also = 0,0049

Der Gewichtsverlust ist demnach im Anfang sehr bedeutend und verringert sich nach und nach, ohne dass jedoch eine Regelmässigkeit in dieser Abnahme sich zu erkennen gibt. Diese Unregelmässigkeit bei sonst gleich bleibenden Verhältnissen kann nur dem Umstande zugeschrieben werden, dass einzelne der Infiltrationspunkte, welche später nachgewiesen werden, in Folge der mit jeder Wägung eintretenden geänderten Lage in Bezug auf die eingeschlossene Flüssigkeit, wenn sie auf den nicht von Flüssigkeit eingenommenen Theil der Höhlung treffen, die Verdunstung befördern, in anderem Falle dagegen verlangsamen. Die Gegenprobe wurde auch in diesem Falle durch Einlegen des seines flüssigen Inhalts beraubten Exemplars in destillirtem Wasser und durch periodeweise wiederholtes Wägen gemacht. Es erfolgte zusehends eine allerdings unregelmässige Gewichtszunahme und zwar betrug das Gewicht:

Vor der Einlage in Wasser . .						14,9120
Nach	1 tägiger	Lage	im	Wasser		14,9134
„	2 „	„	„	„		14,9250
„	3 „	„	„	„		14,9304
„	4 „	„	„	„		14,9355
„	5 „	„	„	„		14,9405
„	6 „	„	„	„		14,9405
„	7 „	„	„	„		14,9441
„	8 „	„	„	„		14,9462
„	9 „	„	„	„		14,9430

Nach	11	tägiger	Lage	im	Wasser	14,9408
„	12	„	„	„	„	14,9442
„	13	„	„	„	„	14,9424
„	19	„	„	„	„	14,9620

Durch diese Versuche, zu welchen beliebige Mandeln ohne besondere Auswahl verwendet worden waren, scheint der Beweis geführt zu sein, dass wenigstens in den meisten Enhydros die in den Mandeln eingeschlossene Flüssigkeit noch andauernd eine quantitative Aenderung erleidet und dass also unter Umständen die im Innern der Mandeln wahrnehmbare Bildung von Quarzmasse auch noch fortdauern kann, indem gelöste Kieselsäure enthaltende wässrige Flüssigkeit von Aussen eindringt. Man könnte sich vorstellen, dass die Quarzschale, welche die Wandungen der Mandeln in sehr vielen, deutlich unterscheidbaren, rindenartig übereinander liegenden Schichten bildet, eine fein poröse Beschaffenheit besitze und eine Diffusion der Flüssigkeiten von verschieden hohem Gehalt an gelösten Stoffen in und ausserhalb der Mandeln gestatte. Es liesse sich für diese Annahme die Thatsache anführen, dass die Achate sich bekanntlich durch eingesaugte Stoffe (z. B. Honigwasser) färben lassen. Ich habe in dieser Richtung einen Versuch gemacht, indem ich einen Enhydros 50 Tage lang in eine mit Anilin tief gefärbte Flüssigkeit legte und nach sorgfältigem Abwaschen eine weitere Untersuchung in der Weise vornahm, dass ich den Stein einer Temperatur von — 15° C. aussetzte, wodurch die Flüssigkeit in gefrorenen Zustand überging. Auf diese Weise gelang das Zerschlagen der Geode ohne den geringsten Verlust der eingeschlossenen, nunmehr vollständig erstarrten Flüssigkeit. Nach dem Oeffnen zeigte die eisige Masse keine deutliche Spur einer angenommenen röthlichen Färbung, während an den Wandungen der Kieselmasse sich ein schwacher Stich ins Röthliche wahrnehmen liess Nach dem Aufthauen des Eises

bemerkte man an einer vertieften Stelle im Innern des Hohlraums eine geringe, aber deutliche Spur einer eingedrungenen rothen Farbe. In der That nahm auch die Flüssigkeit beim weiteren Einengen einen allerdings schwachen rothen Farbenton an zum Zeichen, dass wenn auch nur in minimaler Menge eine Anilin-gefärbte Flüssigkeit eingedrungen war. In Betreff der Färbung der Kieselsubstanz selbst jedoch zeigte eine nähere Untersuchung, dass stellenweise eine pulverig erdige, weiche Lage die Aussenseite der Mandeln bedeckt und auf diese das Eindringen der Anilinflüssigkeit sich beschränkte. Bei der durchscheinenden Beschaffenheit einzelner Lagen der Kieselrinde gewinnt es dadurch den Anschein, als ob diese selbst schwach gefärbt wäre.

Ist es nun durch diese Beobachtung wahrscheinlich gemacht, dass die Mandeln immer noch einzelne Stellen haben, an welchen, wenn auch nur durch äusserst feine Oeffnungen, eine Communication zwischen Aussen und Innen stattfinden kann, nämlich durch sogenannte, noch nicht völlig geschlossene Infiltrationspunkte, wie dies der ganze Aufbau und die Entstehung der Kieselschale wenigstens in früheren Stadien anzunehmen von vornherein erfordern, so wird das Vorhandensein solcher feinen Kanäle noch dadurch weiter bestätigt, dass sich bei einigen Mandeln, als ich sie der Gefriertemperatur aussetzte, an einzelnen Stellen an der Aussenfläche Eistheile zeigten, welche nur von der durch feine Oeffnungen aus dem Innern beim Gefrieren hervorgedrungenen Flüssigkeit herrühren können. Thatsächlich fand sich beim Zerschlagen der Mandeln in einer derselben ein zapfenförmiger Ansatz, mit feiner Spitze und feiner Oeffnung. Noch unzweideutiger konnte ich derartige feinste Verbindungskanälchen an einem früher mit Flüssigkeit gefüllten, später leeren Exemplar dadurch erkennen, dass beim Einlegen in destillirtes Wasser an ganz bestimmten Stellen sich eine Zeit lang ziemlich lebhaft feinste Luftbläschen aus

dem Innern der Mandeln heraus entwickelten. Immer sind es die tiefsten, grubenartigen Stellen zwischen den Quarzwülsten, wo derartige Oeffnungen vorhanden sind. Natürlich kann es auch Exemplare geben, bei denen alle Oeffnungen sich bereits vollständig geschlossen haben und bei denen weder eine Abnahme, noch Zunahme der eingeschlossenen Flüssigkeit stattfindet. Ich glaube daher annehmen zu dürfen, dass, wenn bei solchen Mandeln eine Aenderung in der Flüssigkeitsmenge eintritt, diese nicht etwa durch eine poröse Beschaffenheit der Wandungen, sondern durch das Vorhandensein einzelner ganz feiner Kanälchen bedingt wird.

Behufs genauerer Untersuchung der Beschaffenheit der eingeschlossenen Flüssigkeit setzte ich die Mandeln, um die Verunreinigung mit feiner Bohrmasse beim Anbohren mit dem Diamantbohrer und um den Verlust durch Zerspritzen bei dem Zerschlagen zu vermeiden, der Gefrierkälte aus und konnte nun leicht das Zerschlagen der Mandeln vornehmen und die Flüssigkeit grossen Theils in Form von Eis ganz rein gewinnen. Ich erhielt auf diese Weise beim Aufthauen eine Flüssigkeitsmenge von 27,228 grm. In derselben konnte eine geringe Menge von wahrscheinlich halbgebundener Kohlensäure nachgewiesen werden. Der durch langsames Verdunsten unter dem Exsiccatur gewonnene Rückstand betrug bis auf 100° C. erwärmt 0,0107, also auf einen Liter Flüssigkeit berechnet, nahezu 400 Milligramm, ein Gehalt an gelösten Stoffen, wie er bei zahlreichen natürlichen Quellwässern vorkommt.

Leider war auch diese Rückstandsmenge nicht zureichend, um alle Stoffe quantitativ zu bestimmen. Zunächst wurde der andauernd bei 100° C. getrocknete Rückstand mit Wasser behandelt, um die in diesem leicht löslichen Salze von den un- oder schwerlöslichen zu trennen.

Von dem ursprünglichen Trockenrückstand war in Wasser wiederlöslich:

a) = ∽ 16% und
b) = ∽ 84% ungelöste.

In der Lösung a) wurden an Säuren nachgewiesen: Kohlensäure, Schwefelsäure, ausserdem Chlor und zweifelhaft Kieselsäure, an Basen vorherrschend Kalkerde, geringe Mengen von Kali [1]) und Natron [2]) nebst Spuren von Eisen und Bittererde. Der in Wasser unlösliche Rückstand b) wurde mit stark verdünnter Chlorwasserstoffsäure behandelt, wobei unter deutlicher Entwicklung von Kohlensäure ein Theil sich auflöste und zwar

in verdünnter Säure löslich c) = 90%
unlöslich d) = 10%.

Die durch Säure gelöste Substanz erwies sich der Hauptsache nach als kohlensaure Kalkerde mit geringer Menge von Gyps, da auch Schwefelsäure in der Lösung c) nachgewiesen wurde.

Der ungelöste Rückstand d) wurde mit Kalilösung behandelt, in welcher er sich vollständig löste und durch Neutralisiren wieder flockig ausschied. Dieser Rückstand d) darf mithin der Hauptsache nach als Kieselerde angesehen werden.

Noch muss bemerkt werden, dass die Flüssigkeit beim Eintrocknen nach und nach eine schwache bräunliche Färbung, wohl von organischen Stoffen annahm. Bezieht man den Kieselsäuregehalt auf die ursprüngliche Flüssigkeit, so ergibt sich, dass diese nahe 0,0032% Kieselsäure enthält, also mehr als das 30fache von der Menge, welche nach Bischof reines Wasser aufzulösen vermag. Vielleicht be-

---

1) Nachgewiesen durch die gelben Oktaëderchen i. M. nach der Behandlung mit Platinchlorid.

2) Spektoscopisch nachgewiesen.

wirkt ein Gehalt an kohlensauren Alkalien diese vergrösserte Löslichkeit. Um so auffallender ist es jedoch, dass die Zeolithbildungen im Innern der Mandeln durchaus fehlen. Denn die innern Wände sind entweder mit wasserhellen Quarzkrystallen oder mit einer krystallinischen weissen Quarzmasse überkleidet. Selbst Kalkspathbildungen fehlen hier. Doch sind solche zuweilen gleichsam mit in die Rinde eingeschlossen.

Die einzige fremdartige Erscheinung, welche man an den inneren Wandungen einiger Geoden wahrnimmt, besteht in dem Vorkommen kleiner schwarzer Pünktchen und schwärzlich grüner kleiner Häufchen, die man zuweilen auch in der Quarzmasse der Wandungen eingeschlossen sieht. Diese Pünktchen bestehen, wenn man sie unter dem Mikroscop untersucht, aus Schüppchen und Nädelchen in radial-faseriger Zusammenhäufung. Die grüne Substanz ist schwach dichroitisch und lässt sich ziemlich leicht durch Salzsäure zersetzen und v. d. L. zu einem magnetischen Kügelchen schmelzen. In der Lösung ist reichlich Eisenoxydul nachweisbar. Die Substanz gehört zweifelsohne zu der Gruppe der chloritischen, und zwar durch Säure zersetzbaren Mineralien, wie sie als Beimengungen im Diabas vorkommen. Eine sehr bemerkenswerthe Erscheinung bot sich bei einer der grösseren, mit einer relativ grossen Menge Flüssigkeit erfüllten Mandel. Beim Vergehen der zu Eis erstarrten Flüssigkeit machten sich nämlich kleine weisse, schwarzpunktirte Flecken bemerkbar, welche in der Flüssigkeit schwammen. Sie glichen den Mycelien von Schimmelpilzen, für welche ich sie auch ansah. Unter dem Mikroscop aber erwiesen sie sich als ein Haufwerk allerfeinster Nädelchen, welche hier und da verwachsen und mit kleinen Knöllchen eines schwarzen dem oben beschriebenen chloritischen Substanz ähnlichen Minerals, bedeckt beim Austrocknen einen seidenglänzenden Ueberzug bildeten. Die einzelnen äusserst

dünnen Nädelchen waren deutlich krystallisirt, sechsseitige Säulchen bildend, deren Ende grade abgestumpft, häufiger aber sich allmählig verjüngend, gleichsam in eine Spitze ausgezogen sich darstellten. Ihre Länge beträgt durchschnittlich 0,03 Millimeter, die Dicke nur 0,005 Millim. Die schwarzen Knöllchen konnten leicht durch Salzsäure entfernt werden, wobei die Lösung sich intensiv gelb färbte und die Reaktion auf Eisenoxydul gab. Dies beweist die Gleichheit mit dem oben erwähnten chloritischen Minerale.

In diesem Gewebe von Nädelchen zeigte sich stellenweis der weitere Fortgang zu einem Verdichtungsprocess, in dem sich zwischen den einzelnen Nädelchen, wo sie sich kreuzten oder berührten ein dünnes Häutchen, oft noch mit Lücken sich auszuspannen beginnt. Bei einem fortgeschritteneren Stadium füllt sich der Zwischenraum ganz mit Mineralsubstanz aus, in der man die eingeschlossenen Nädelchen nun nicht mehr unterscheiden kann. Wir haben da das Entstehen und Wachsen der Mineralmassen unmittelbar vor Augen und zwar der Quarzsubstanz, wie sie sich aus der wässrigen Flüssigkeit ausscheidet und zur Bildung der Wandungen Verwendung findet. Denn diese Nädelchen sind v. d. L. nicht schmelzbar, von Salzsäure nicht zersetzbar, wohl aber werden sie von Fluorwasserstoffsäure, ohne beim Verdampfen einen Rückstand zu lassen, zerstört.

Auch an der Aussenseite einiger der Mandeln lassen sich noch einige Eigenthümlichkeiten wahrnehmen. Manche Geoden sind nämlich aussen nicht glatt und glänzend, sondern matt, wie mit einem grünlich-weissen Staub bedeckt und stellenweis mit unregelmässig-knolligen, erdigen Ueberrindungen besetzt, welche z. Th. aus eisenhaltigem Kalkspath, z. Th. aus körniger und fasriger Quarzmasse bestehen. Noch merkwürdiger aber zeigt sich diese Umhüllung an einigen noch im Gestein eingebetteten Mandeln. Es füllt nämlich den Zwischenraum zwischen der äussern

festen Quarzrinde der Mandeln und dem umhüllenden Gestein eine weisse, schneeartig lockere d. h. zusammendrückbare, flockigfasrige Mineralsubstanz mehr oder weniger vollständig aus. Sie lässt sich wohl auf den 10 fach kleineren Raum zusammenpressen. Unter dem Mikroscop erweist sich diese Substanz als zusammengesetzt aus unzähligen kleinen Fäserchen und krystallinischen Nädelchen, ähnlich den erwähnten, die in der Flüssigkeit schwimmenden Flocken bildenden Kryställchen. Doch sind erstere etwas grösser und meist in fasrigen Bündeln vereinigt und durch dazwischen eingebettete Mineraltheilchen verbunden. Der Hauptsache nach besteht auch diese Masse aus Kieselsäure. Aber es sind andere Mineralsubstanzen bald da bald dort in ungleicher Vertheilung beigemengt, so dass stellenweise die sonst lockere Masse in eine feste Kruste übergeht. Zunächst sind es wieder kleine Knöllchen des chloritischen in Säuren zersetzbaren Minerals und Ablagerungen von kohlensaurem Kalk, die sich bemerkbar machen. Nicht selten hinterlässt der auf solche Mandeln aufsitzende, scheinbar gleichartige Kalkspath beim Auflösen in Säuren eine seiner ursprünglichen Form entsprechende, weisse, zusammendrückbare Masse, welche gleichfalls aus solchen kleinsten Nädelchen zusammengesetzt sich erweist. Dazu kommt noch weiter eine u. d. M. häutig-flockig aussehende Zwischenmasse und kleine helle Körnchen. Nach der Menge dieser Beimengungen ist daher die Zusammensetzung eine sehr verschiedene. Eine Bauschanalyse ergab:

Kieselsäure	=	77,41 (aus der Differenz bestimmt)
Thonerde	=	11,07
Eisenoxyd (mit Oxydul)	=	1,81
Kalkerde	=	3,29
Bittererde u. Alkalien	=	Spuren
Wasser (als Glühverlust)	=	6,42
		100,00

Bei dem Versuche[1]) die einzelnen Gemengtheile zu scheiden, fand sich dass etwa 6% Kieselsäure in Kalilauge löslich ist, also wahrscheinlich in amorphem Zustande an dem Gemenge sich betheiligt und 18% der Substanz durch Salzsäure zersetzt werden. Die salzsaure Partiallösung enthält viel Eisenoxydul. Der Rest besteht ungefähr aus:

Kieselsäure . . .	=	79%
Thonerde . . .	=	5
Kalkerde	=	3
Glühverlust . . .	=	10
Sonstiges	=	3
		100.

In einer anderen Probe wurde nach der Behandlung mit Kalilauge und Chlorwasserstoffsäure, der Rest mit conc. Schwefelsäure in der Wärme behandelt und a) 44,6% zersetzt und b) 55,4% unzersetzt.

Diese Theile bestehen und zwar

a) durch Schwefelsäure zersetzt		b) durch Schwfls. unzersetzt	
Kieselsäure	68,64	. . . . .	90,31
Thonerde	2,76	. . . . .	3,29
Kalkerde	1,47	. . . . .	1,56
Alkalien etc. . . .	4,03	. . . . Rest	4,84
Glühverlust	23,10	. . . . .	— —
	100,00		100,00

Es wird dadurch wahrscheinlich gemacht, dass ein Stilbit-ähnlicher Zeolith neben den Quarznädelchen sich an der Zusammensetzung dieser lockern Umhüllungsmasse betheiligt.

---

1) Diese von Hrn. Assistent Ad. Schwager vorgenommenen chemischen Analysen konnten wegen des nur geringen, zur Verfügung stehenden Materials nicht vollständig durchgeführt werden.

II. Das Enhydrosgestein.

Die neue Sendung von Enhydros ist besonders dadurch lehrreich, dass sie einzelne Exemplare mit dem sie einschliessenden Gestein enthält und dass es dadurch möglich wurde, auch über die Gebirgsart nähere Untersuchungen anzustellen, in welcher die Enhydros ursprünglich sich finden.

Es ist dies, wie sich vermuthen liess, ein basaltähnliches Eruptivgestein von bräunlich-schwarzer Farbe, bräunlich gefleckt und mässig feinkörnigem Gefüge, ähnlich dem sog. Anamesit von Steinheim.

Nach den Dünnschliffen besteht das Gestein aus einer amorphen, etwa kastanienbraunen Grundmasse oder Mesostasis, der sich in viel geringerer Menge fleckweise eine grünlich-braune Ausscheidung beigesellt. In dieser Hauptmasse liegen nun sehr zahlreiche, meist nadelförmige Plagioklaskryställchen, dann Magneteisentheilchen und nur in kleinen, fast körnigen Häufchen vereinigt, weingrüne Augite. Nach den aus im Querschnitte sich ergebenden Flächen beurtheilt besteht das Gestein aus

brauner Hauptmasse	=	57
Plagiokloskryställchen	=	22
Augittheilchen	=	16
Magneteisen	=	3
gelbbraunen Putzen	=	2
		100.

Die gelblich-braune, nicht doppelt lichtbrechende Hauptmasse erscheint meist in geringem Grade durchsichtig, weil sie mit einer grossen Menge kleiner, rundlicher undurchsichtiger Globuliten und kleinster Staubtheilchen erfüllt ist. Kleine kurze Baculiten sind verhältnissmässig spärlich eingestreut. Nur vereinzelte Theile sind frei von Globuliten.

mehr oder weniger hell und von glasartiger Beschaffenheit. Fluidalstreifchen habe ich nicht beobachtet.

Diese glasige Hauptmasse wird, wenn man die Dünnschliffblättchen längere Zeit mit kochender Salzsäure behandelt, etwas lichter in der Färbung, ohne jedoch zersetzt zu werden. Die Globuliten und Magneteisenstaub scheinen jedoch hierbei angegriffen zu werden. An diesem Aussehen wird nichts geändert, wenn man die Blättchen noch überdies mit Aetzkalilösung behandelt.

Die meist sehr kleinen, aber durchweg wasserhellen Plagiokläskryställchen sind, wie es scheint, nur von einer Art, alle parallel streifig und i. p. L. bunt gebändert. Häufig liegen in denselben Globulite und Staubkörnchen, wie sie in der Hauptmasse vorkommen, zuweilen auch in diese selbst eingehüllt in unregelmässigen Häufchen, welche aber unzweideutig nach der Längenrichtung der Nädelchen gereiht erscheinen. Einschlüsse von Bläschen sind selten. Bei dem gleichen Aussehen des Feldspaths ist es zweifelhaft, ob zweierlei Arten an der Zusammensetzung des Gesteins sich betheiligen, wie ein nicht unbeträchtlicher Gehalt an Kali neben Natron vermuthen lassen könnte. Auch macht sich bei dem Behandeln der Dünnschliffe mit kochender Salzsäure und Kalilösung bemerkbar, dass die Oberfläche mancher Nädelchen stark corrodirt ist.

Die im Ganzen spärlich beigemengten Augite sind hell weingrün gefärbt und in kleinen rundlichen Körnchen gruppenweis zusammengehäuft. Sie zeigen keine dichroitische Erscheinungen, i. p. L. dagegen lebhaft bunte Farben. Es ist bemerkenswerth, dass grössere Krystallausscheidungen von Augit fehlen. Die Anwesenheit von Hornblende konnte nicht constatirt werden.

Die Magneteisentheilchen nehmen theils in grösseren Körnchen, theils aber auch in sehr feiner pulverförmiger Vertheilung Antheil an der Zusammensetzung des Gesteins.

Leistenförmige auf Titaneisen hinweisende Einschlüsse kommen nicht vor.

Eine sehr interessante Einmengung bilden die grünlichgrauen Putzen und Flecke, welche meist im Innern zerklüftet und zerrissen sind, wie es häufig bei in Serpentin verwandelten Olivinkörnchen vorkommt. Diese oft klaffenden Risse sind das sichere Zeichen der erlittenen Zersetzung. Die übrig gebliebene Masse sieht wie geronnen wolkig aus, und ist am Rande oft von einer aus dunklen Globuliten bestehenden Zone umsäumt. Die Substanz dieser Flecken wird durch Salzsäure nicht zersetzt.

Die Analyse des Gesteins im Ganzen, welche, wie die übrigen, Hr. Ad. Schwager vornahm, ergab bei zwei verschiedenen Gesteinsproben I und II—IV und zwar in II—IV nach verschiedenen Methoden ausgeführt folgende Zahlenwerthe:

Bestandtheile	I	II	III	IV
Kieselsäure	54,96	54,49	54,26	54,20
Thonerde	14,40	14,38	14,04	14,60
Eisenoxyd	9,67	8,04	8,00	8,76
Eisenoxydul	6,13	7,20	7,20	7,32
Kalkerde	5,84	6,12	6,08	6,02
Bittererde	2,59	2,98	2,88	2,96
Kali	1,70	1,54	1,56	1,56
Natron	2,65	2,61	2,72	2,72
Kohlensäure	1,76	2,64	3,08	0,84
Wasser	0,96			1,88
	100,66	100,00	99,82	100,86

Diese Ziffern stimmen, soweit ich dieselben vergleichen konnte, mit keiner der bisher bekannten Gesteinsanalysen vollständig überein. Im Ganzen betrachtet möchte sich die

grösste Annäherung an die Gesteine der Insel Santorin, des Vulkan's de Fuego in Guatemala, von Kilauea auf Hawaii und an die Laven auf Java ergeben. Gegenüber den in neuester Zeit so überaus sorgfältig untersuchten Santorin-Laven macht sich bei nahezu übereinstimmendem Kieselsäure-Gehalt ein auffallend geringer Thonerdegehalt bei dem Enhydrosgestein bemerkbar. Der Gehalt an Kohlensäure und Wasser lehrt, dass wir es mit einem nicht mehr vollständig intakten Gestein zu thun haben. Aber auch wenn wir diese Stoffe — die Kohlensäure mit der entsprechenden Menge von eisenhaltiger Kalkerde ungefähr 1% — abrechnen, behalten wir immer noch ein nicht sehr Kieselsäure-reiches Gestein. Die Zusammensetzung ist nämlich alsdann:

Kieselsäure	=	57,43
Thonerde	=	15,05
Eisenoxyd	=	10,94
Eisenoxydul	=	6,41
Kalkerde	=	3,75
Magnesia	=	2,71
Kali	=	1,77
Natron	=	2,77
		100,83

Wir müssen uns aber erinnern, dass in dem Gestein eine grosse Menge Kieselsäure zur Herstellung der Chalcedonmandeln verbraucht ist, welche doch kaum anderswie, als von zersetzter Gesteinssubstanz abstammend angenommen werden darf. Dies beweist die grosse Menge in Kalilauge löslicher Kieselsäure, welche in einer Probe = 8,64 und einer zweiten sogar 11,84% des Gesteins betrug. Man gewahrt auch neben den grossen Chalcedonmandeln noch kleinere Kieselsäureausscheidungen oder Ablagerungen im Gestein. Da weder die braune Hauptmasse, noch die Feld-

athkryställchen und Augite irgend eine erlittene Zersetzung kennen lassen, so werden wir wohl an jene grünlich-graue, rrissene, putzenartige Beimengung gewiesen, aus deren ersetzung wahrscheinlich die Kieselsäure der Mandeln abammen dürfte.

Durch kochende Salzsäure wird ein nicht unbeträchtcher Theil des feinen Gesteinpulvers zersetzt. Ich fand, gesehen von der in Kalilauge schon vor der Einwirkung r Säure löslichen Kieselsäure, 20,34% zersetzt und diesen rsetzten Theil bestehend aus

Kieselsäure	4,51
Thonerde	1,00
Eisenoxyd (mit Oxydul)	10,00
Kalkerde	1,55
Bittererde	0,55
Alkalien	Spuren
Kohlensäure	0,91
Glühverlust	1,82
	20,34

Der Hauptsache nach besteht dieser Antheil aus Carbonten, aus einem Kalkbittererdesilicat, aus Magneteisen und nem thonartigen Gemengtheile. Das Fehlen von Olivin ird auch hierdurch bestätigt.

Sehen wir uns nach einem vergleichbaren südamerikaischen Gestein näher um, so scheinen die zuletzt berechten Zahlen auf das von Rammelsberg[1]) analysirte himborazo-Gestein von 17916 F. Höhe, welches als Augitndesit bezeichnet wird, hinzuweisen.

Es liegt mir eine Reihe süd- und mittelamerikanische ruptivgesteine vor, welche unser Akademie-Mitglied Moritz

1) Alex. v. Humbold Kosmos IV. S. 627.

Wagner[1]) gesammelt und in der hiesigen geognostischen Staatssammlung niedergelegt hat. Ich mache von seiner gütigen Erlaubniss Gebrauch, bei dieser Gelegenheit einige Bemerkungen über mehrere dieser interessanten Gesteine hier beizufügen.

Chimborazogestein.

Das mir vorliegende Gestein stammt nach M. Wagner's genauer Angabe von der Südost-Seite des Chimborazo aus einer Höhe von 13600 Fuss, also von einer anderen Stelle, als das oben erwähnte, von Rammelsberg analysirte. Es ist ein weissgraues, vollständig Trachyt-artiges Gestein mit den typisch rauhen Bruchflächen, welches zum Verwechseln dem Trachyt oder sog. Hornblendeandesit vom Stenzelberg im Siebengebirge ähnlich aussieht, nur keine so grosse Hornblendekrystalle enthält und weniger blasig, daher etwas dichter ist. Aus der rauhen weisslichen Grundmasse blitzen eine grosse Menge lebhaft spiegelnder Spaltungsflächen eines wasserhellen, deutlich parallelgestreiften Plagioklases und die dunklen Nadeln von Hornblende uns entgegen. Eine wenn auch nur entfernte Aehnlichkeit mit dem Enhydros-führenden Gestein von Catalan in Uruguay besteht demnach nicht. Letzteres hat ein ebenso entschieden basaltisches, wie ersteres ein trachytisches Aussehen.

Betrachten wir nun das Chimborazogestein etwas näher, so finden wir in Dünnschliffen, dass dessen Hauptmasse, welche in reichlicher Menge vorhanden ist, aus einer staubig-trüben, weisslichen, amorphen Substanz besteht und undeutliche, weissliche Globulite neben ungemein zahlreichen, etwas unregelmässigen Mikrolithnädelchen enthält. In dieser glasigen Mesostasis liegen nun kleine und grosse Plagioklas-

---

1) Vergleiche: Dr. M. Wagner, Naturwissenschaftliche Reisen im tropischen Amerika 1870.

nadeln mit deutlichen Zwillingsstreifchen und i. p. L. farbigen Bändern. An den Rändern gehen die grösseren Krystalle oft ohne feste Grenze gleichsam in die Hauptmasse über; sonst sind sie im Innern ziemlich rein und schliessen nur spärlich Nädelchen, bräunliche Glastheilchen, Bläschen — zuweilen mit Libellen —, hier und da Hornblende und Magneteisenkörnchen ein.

Die ziemlich häufig in länglichen Nädelchen beigemengte streifige, dunkelgrüne, stark dichroitische Hornblende ist ein hervorragender Bestandtheil dieser Trachyte. I. p. L. wechselt die Farbe nur von Hell in Dunkel ohne grelle Farben zum sehr merklichen Unterschiede gegen den gleichfalls, aber immer nur in kleinen, unregelmässig umgrenzten Körnchen spärlicher beigemengten hellgrünen Augit, der i. p. L. lebhaft bunte Farben zeigt. In sehr vielen Fällen — doch nicht immer — kann dieses Verhalten zur Unterscheidung beider Mineralien in ein und demselben Gestein dienen. An isolirten Hornblendenadeln wurde der charakteristische Spaltungswinkel mit dem Goniometer bestimmt, so dass über die Zugehörigkeit dieses Mineral zur Hornblende kein Zweifel bestehen kann. Magneteisen ist nicht häufig und meist in grösseren Körnchen vorhanden.

Nach dem Behandeln der Dünnschliffe mit kochender Salzsäure und Kalilauge erweisen sich die meisten Magneteisentheilchen aufgelöst; einzelne kleinere sind wohl dicht eingeschlossen und widerstehen auf diese Art der Säureeinwirkung. Die übrigen Bestandtheile bleiben ziemlich unberührt, nur einzelne Theile der Hauptmasse scheinen sich zu zersetzen, da einige wenige Lücken sich bemerkbar machen.

Das Gestein wurde im Ganzen und in seinen einzelnen Bestandtheilen einer chemischen Analyse mit folgenden Resultaten unterworfen. Das zunächst mit schwacher Säure

eine kurze Zeit lang behandelte Gesteinpulver — behufs Entfernung etwaiger sekundär entstandener Carbonate und nach einem vorausgegangenen Behandeln mit Kalilauge, durch welche 6,52 Kieselsäure dem Gestein entzogen worden sind, — wurde mit kochender Salzsäure behandelt (I) und auch im Ganzen (II) analysirt:

	I	II	III
Kieselsäure	75,14	58,00	59,22
Thonerde	4,64	18,00	13,59
Eisenoxyd	10,93	3,72	5,55
Eisenoxydul		2,73	4,03
Kalkerde	4,35	6,96	5,13
Bittererde	1,71	3,56	1,66
Kali	Spur	2,12	4,64
Natron	1,78	4,36	5,31
Glühverlust	1,14	0,32	1,25
	99,69	99,77	100,38

Zum Vergleiche ist die Bauschanalyse des Hornblende-Andesits von Stenzelberg (III) nach Rammelsberg beigefügt. Es ergibt sich hieraus eine nur in Bezug auf Kieselsäuregehalt annähernde Uebereinstimmung. Um die einzelnen Bestandtheile zu isoliren, wurde die Trennungsmethode von Th. Thoulet mittelst Kaliumquecksilberjodidlösung in Anwendung gebracht. Nach Beseitigung von Magneteisen und Hornblende konnte eine feldspathige Substanz (I) vom spec. Gewicht = 2,6 und eine (II) über 2,6 geschieden werden; ausserdem wurde aus dem verkleinerten Material unter der Lupe ein vollständig wasserheller, spiegelnder Plagioklas (III) ausgelesen. Ihre Analyse ergab:

	I	II	III	IV	V	VI [1])
Kieselsäure . .	68,32	59,21	56,26	59,39	56,72	55,64
Thonerde . .	15,98	22,57	27,26	26,08	26,52	28,19
Eisenoxyd . .	2,99		0,68	—	0,70	1,02
Eisenoxydul . .	—	—	—	—	—	—
Kalkerde . . .	3,62	7,15	8,97	8,20	9,38	9,79
Bittererde . .	2,31	2,80	0,21	—	—	0,19
Kali	4,27	3,82	1,79	0,22	0,80	0,63
Natron . . .	4,78	5,64	5,80	6,74	6,19	5,48
Glühverlust . .	0,48	0,38	0,43	—		—
Summa	102,75	101,57	101,40	100,63	100,31	100,94

Die Substanz (I) scheint ein Gemenge von Grundmasse mit eingeschlossenen Feldspathnädelchen zu repräsentiren und keine reine Feldspathsubstanz darzustellen. Immerhin ist hier der grosse Gehalt an Kali bemerkbar, der im Zusammenhange mit dem hohen Kieselsäuregehalt auf eine Beimengung von Sanidin hinzuweisen scheint.

Auch die Substanz (II) ist nicht reiner Feldspath, wie der grosse Gehalt an Bittererde andeutet. Doch nähert sich deren Zusammensetzung derjenigen des von vom Rath[2]) analysirten Andesin's von Pululagua (IV.)

Die Analyse des anscheinend ziemlich reinen, sorgfältig ausgelesenen, wasserhellen Plagioklases (Anal. III) stimmt in ihren Zahlen weniger mit der vom Rath'schen Analyse des Pululagua-Andesins (Analyse IV), oder des Andesins von Langcanchi in Quito (Anal. VI), als mit jener des Feldspaths aus dem Andesit von Popayan in Südamerika nach Francis[3]) (Analyse V), dessen Sauerstoffverhältnisse

1) Poggendorf's Annal. Suppl. VI. S. 308.

2) Sitzung der niederrhein. Gesellsch. in Bonn v. 15. Dez. 1873 Seite 3.

3) Poggend. Annal. LII. S. 471.

ungefähr 1 : 3 : 7 allerdings nicht genau mit jenen des Andesins gleich sind und sich mehr nach der Richtung zum Labrador als nach jener zum Oligoklas neigen.

Was die Hornblende anbelangt, so zeigt schon der vorbereitende Versuch dadurch, dass die möglichst reinen Proben mit Säure sich theilweise ausbleichen, eine beginnende Zersetzung dieses Minerals an. Die Analyse weist nach:

Kieselsäure	=	47,74
Thonerde	=	9,35
Eisenoxyd	=	3,53
Eisenoxydul	=	8,62
Kalkerde	=	9,45
Bittererde	=	19,97
Alkalien und Glühverlust	=	1,34
		100,00

Die Hornblende gehört demnach zu den Thonerdehaltigen, ziemlich Kieselsäure-reichen Varietäten von einer Zusammensetzung, wie sie auch bei dem Thonerde-Augit vorkommt.

Derartige hellfarbige, rauhe, unzweideutig Hornblende-reiche Gesteine liegen von mehreren Fundstellen des Chimborazo-Gebietes vor, wodurch es sich als nicht zweifelhaft erweist, dass solche sog. Hornblende-Andesite eine weite Verbreitung in diesem Gebiete besitzen. Es sei nur noch eine Fundstelle, Sierra encillada, ein halbkreisförmiger Felsenwall am SW. Fusse des Chimborazo hervorgehoben, in deren Gestein neben zersetzter Hornblende sich Schwefelkies angesiedelt hat.

Dagegen fehlt es auch nicht an Gesteinsproben desselben Gebirgsstocks, welche äusserlich der ebengenannten Felsart zum Verwechseln ähnlich aussehen, jedoch bei näherer Untersuchung keine Hornblendenädelchen ent-

halten. Ein solches hellfarbiges, rauhes, trachytisches Gestein liegt in der M. Wagner'schen Sammlung, welches nahe der Schneegrenze auf der NW. Seite des Chimborazo geschlagen wurde. Aus den Dünnschliffen ersieht man, dass die wasserhelle, glasige Grundmasse stark entwickelt und erfüllt ist von kleinen Plagioklasnädelchen, Magneteisenkörnchen und kleinsten Staubtheilchen. Kleine Augitbeimengungen scheinen zu fehlen, wenn sie nicht durch einzelne, dunkelbraune Mikrolithe ersetzt werden. In dieser Hauptmasse sind nun zahlreiche wasserhelle rissige Plagioklaskrystalle und grössere, weingelbe, ziemlich stark dichroitische Körner, wohl auch einzelne Theile mit Krystallumrissen von Augit eingebettet. Die Natur des Augits ist sicher nachgewiesen. Wir haben mithin hier den vielgenannten Augitandesit des Chimborazo vor uns und es ist gar nicht zweifelhaft, dass die beiden unterschiedenen Andesite, die sog. Hornblende und Augit-Andesite zusammen an dem Aufbau des Chimborazogebirgs betheiligt sind.

Zum Vergleiche wurde auch dieser typische sog. Augitandesit des Chimborazo einer Analyse unterworfen. Es ergab sich die Zusammensetzung:

	I	II[1])
Kieselerde	57,10	59,12
Thonerde	17,25	13,48
Eisenoxyd (mit Oxydul) .	10,75	7,27
Kalkerde	5,00	6,50
Bittererde . . . . . ,	2,50	5,41
Kali	2,10	2,64
Natron	5,12	3,46
Glühverlust	0,25	— —
	100,07	97,88

1) Al. v. Humboldt Kosmos IV. S. 627.

Daraus ist die nahe Uebereinstimmung mit dem früher beschriebenen Hornblendeandesit (s. vorn Analyse II) ersichtlich, nur erscheint bei diesem Augitandesit mehr Magneteisen beigemengt. Weniger genau stimmen die Zahlen der Rammelsberger'schen Analyse (II) eines Chimborazo-Augitandesits, welcher bei 17918 Fuss Höhe von Al. v. Humboldt gesammelt wurde. Es ist bemerkenswerth, dass Rammelsberg wegen des hohen Kieselsäuregehalts in diesem Gestein neben Oligoklas und Augit auch noch das Vorhandensein von 4,08% freier Kieselsäure annehmen zu müssen glaubt. Wenn andererseits von einem Chimborazo-Gestein aus 15180 F. Höhe ein Kieselsäuregehalt von 65,09% angegeben wird [1]), so darf dieser grosse Ueberschuss an Kieselsäure mit um so grösserem Rechte einer Beimengung von ausgeschiedenem Quarz zugeschrieben werden. Demnach kommt in demselben Gebirgsstock auch noch Quarz-führendes Andesit-Gestein vor.

Der Plagioklas, welcher in dem eben beschriebenen Augitandesite ausgeschieden ist, unterscheidet sich äusserlich durch Nichts von jenem des Hornblendeandesits. Leider konnte eine entsprechende Menge reiner Plagioklassubstanz zu einer genauen Analyse nicht gewonnen werden. Beiläufig ergab sich die Zusammensetzung aus

Kieselsäure	=	61,00
Thonerde	=	22,00
Eisenoxyd	=	2,00
Kalkerde	=	8,50
Kali	=	0,36
Natron	=	6,92
		100,78

also annähernd jene eines Andesins.

1) Vergl. Zirkel Lehrb. d. Petrographie II. S. 221.

Lava vom Chimborazo.[1])

M. Wagner brachte noch eine weitere höchst interessante Gesteinsart vom Chimborazo mit, welche mit dem von Rammelsberg analysirten, als graubraun beschriebenen Gestein sehr nahe übereinstimmt. Wagner bezeichnet das Gestein als Lava von der Westseite des Chimborazo bei der Hacienda von Chuquipoyo oberhalb der Hochebene von Riobamba und giebt an, dass dieselbe nahe dem Tambo von Chuquipoyo einen zusammenhängenden Strom von geringer Ausdehnung, welcher die älteren trachytischen Tuffe durchsetzt, bildet. Dieses Gestein ist in der That schlackig, porös und blasig, wie eine typische Lava, von schwärzlichgrauer und fleckweise röthlich-brauner Farbe und oberflächlich ganz rostfarbig. Die Dünnschliffe lehren, dass diese schlackige Lava aus einer Zusammenmengung von graulichen und bräunlichen Partien besteht. Die grauen Partien sind von trachytischem Charakter; sie bestehen aus unendlich zahlreichen fasrigen wasserhellen Nädelchen, welche wie in einem Filzgewebe dicht durcheinander liegen und kaum eine Zwischenmasse sichtbar werden lassen. Durch zahlreiche, in kleinsten Körnchen beigemengte Magneteisentheilchen und nicht weiter bestimmbare Staubkörnchen erhält das Ganze eine grauliche Farbe.

Die reichlich eingebetteten zwillingsstreifigen Nädelchen und grösseren Krystalle von Plagioklas umschliessen meist sehr viele, durch schwarze Staubtheilchen dunkle Glassubstanz, kleine Bläschen und Nädelchen, die theils in randlichen Zonen gruppirt, theils der Zwillingsstreifung folgend aneinander gereiht sind. Oft sind diese Einschlüsse so zahlreich, dass man die Umrisse der Plagioklaskrystalle schwer erkennen kann. In solchen Fällen erscheint die Plagioklassubstanz gleichsam

1) Vergl. M. Wagner a. a. O. S. 460.

als Grundmasse und giebt i. p. L. betrachtet daher bunte Farben. Dadurch kann wohl eine Verwechselung mit doppeltbrechender Grundmasse stattfinden. Der gleichfalls in zahlreichen grösseren Krystallen beigemengte, stark dichroitische Augit enthält ebenso Einlagerungen von Nädelchen, Magneteisenkörnchen, Glassubstanz und Bläschen.

Die durch eine rothbraune Färbung ins Auge fallenden, wolkenartig mit der weissgrauen Hauptmasse vereinigten Partien erhalten die auffallende Färbung durch zahlreiche meist sehr kleine rothbraune Nädelchen und Blättchen, welche i. p. L. auch bei gekreuztem Nicol hell bleiben, ohne besondere Farben anzunehmen. Sie liegen in einer hellen, sonst der übrigen Grundmasse gleichen Substanz. Es hat ganz das Ansehen, als ob diese braunen Nädelchen nichts anderes, als gefärbte Plagioklaskryställchen darstellen. Ich habe gefunden, dass zuweilen Plagioklase durch heftiges Glühen eine bräunliche Färbung annehmen. Macht doch diese fleckige Lava ganz den Eindruck, als sei zweierlei geschmolzene Gesteinssubstanz zusammengeflossen und vermengt worden und es ist denkbar, dass die braun gefärbten Partien von ungeschmolzener Gesteinsmasse herrühren. Durch Behandeln mit kochender Salzsäure wird das Aussehen der Dünnschliffe kaum geändert. Auch die rothbraunen Nädelchen bleiben unzersetzt. Nur Magneteisen geht in Lösung. Im Uebrigen besitzt auch diese Lava keine Aehnlichkeit mit unserm Enhydros-Gestein.

Aus der Bauschanalyse dieser unzweideutigen, trachytischen Lava vom Chimborazo ergiebt sich die Zusammensetzung:

Kieselsäure . .	60,32	Bittererde . . .	3,52
Thonerde . . .	16,92	Kali	2,42
Eisenoxyd . .	5,88	Natron . . .	3,83
Eisenoxydul . .	1,40	Glühverlust . .	0,44
Kalkerde . . .	5,64		100,37

Der beträchtliche Gehalt an Kieselsäure reiht dieses Gestein viel inniger an die bisher beschriebene trachytische Gruppe, als an die mehr basische basaltische und spricht zu Gunsten der Annahme, dass hier eine trachytisch-andesitische Lava vorliegt, welche zum sog. Augitandesit zu rechnen ist. Denn dieselbe besitzt ja auch ohnehin nahezu die gleiche Zusammensetzung, wie sie bei dem sog. Augitandesit nach der Rammelsberger'schen Analyse (s. vorn II) sich zu erkennen giebt.

Ein röthlich-graues, fast porphyrähnlich dichtes, wenig rauhes Gestein von dem erloschenen Vulkan Capac-Urcu auf dem Plateau von Riobamba dem Chimborazo gegenüberstehend erweist sich in den Dünnschliffen von ganz ähnlicher Zusammensetzung, wie die typischen Chimborazogesteine mit nicht zahlreichen sehr hellfarbigen Augitbeimengungen. Einzelne nadelförmige, ganz trübe und undurchsichtige Einschlüsse scheinen zersetzter Hornblende anzugehören.

Dem Chimborazo-Gestein ausserordentlich ähnliche Felsarten enthält die M. Wagner'sche Sammlung noch von zahlreichen anderen Fundorten. Darunter sind anzuführen:

Pichincha-Gestein.

Ein dem vorn beschriebenen Chimborazo-Gestein täuschend ähnlicher sog. Hornblende-Andesit[1]) stammt nach der Angabe M. Wagner's vom Gipfel des Vulkan Pichincha von einem am südöstlichen Kraterrande anstehenden Felsen.

Die hellgraulich-weisse, amorphe Grundmasse ist durch dicht gehäufte Einschlüsse kleinster, dunkler Körnchen und spärlicher Nädelchen trüb bis durchscheinend. Magneteisen-

1) Artopè beschreibt in seiner Dissertation über augithaltige Trachyte der Anden auch einen Augittrachyt von diesem Berge.

körnchen sind hier selten zu sehen. In dieser Mesostasis liegen zahlreiche grössere, deutlich zwillingsgestreifte, wasserhelle Plagioklase. Sie lassen die Eigenthümlichkeit wahrnehmen, dass sie von zahlreichen, mit den Krystallumrissen parallel laufenden Streifchen durchzogen sind. Daher kommt es, dass i. p. L. manche dieser Parallelstreifchen von farbigen Zonen durchkreuzt werden. Die Plagioklase sind ziemlich rein und enthalten im Ganzen nur spärlich Glasgallen, Hornblendetheilchen und Bläschen mit Libellen. Einzelne sind jedoch ganz von kleinen Krystallnädelchen durchzogen und verschwimmen an der Grenze gleichsam mit der Grundmasse. Hornblende findet sich neben einzelnen Augitkörnchen, oft letztere in sich schliessend, meist in länglichen bräunlichen Nadeln, welche häufig wie zerfressen aussehen. Die breitfasrige Hornblende ist stark dichroitisch, zeigt sehr deutlich die charakteristischen Spaltungswinkel und i. p. L. keine bunte Farben; wogegen die oft zu Häufchen zusammengruppirten Augittheilchen i. p. L. bunte Aggregatfarben erkennen lassen.

Magneteisen ist spärlich in meist grösseren Körnchen beigemengt. Auch Quarzausscheidungen dürften nicht ganz fehlen. Ob kleine bräunliche Blättchen dem Eisenglanz oder Glimmer zuzuweisen sind, ist zweifelhaft. Die Felsart gehört unstreitig zu den Chimborazo-Gesteinen.

Eine zweite Gesteinsprobe auf diesem Berge bei 14400 F. nahe der Schneegrenze in der Richtung gegen den Gaqua-Pichincha gesammelt, verhält sich wesentlich anders. Sie ist sehr deutlich plattig ausgebildet, lichtgrau von Farbe sehr rauh, jedoch fast frei von grösseren Plagioklaseinschlüssen. Desto reichlicher stellen diese sich, wie der Dünnschliff lehrt, in kleinen Nädelchen der Grundmasse eingebettet ein, begleitet von kleinen rundlichen Augitkörnchen und Magneteisentheilchen. Ausserdem kommt sehr stark dichroitischer Augit auch noch zu grösseren rundlichen Putzen zusammengehäuft

und in deutlich umgrenzten grösseren Krystallen eingesprengt vor. Es ist also ein sog. Augitandesit.

Cotopaxi-Gestein.

Zu der gleichen Gruppe muss auch die Felsart gezählt werden, welche M. Wagner am Fusse des Cotopaxi-Kegels an einem circusförmigen Felsen des berühmten Picacho [1]) in einer Höhe von 14400′ abgeschlagen hat. Die Hauptmasse des Gesteins ist dunkelgrau dicht, porphyrartig mit wenigen, mässig grossen Feldspath- und vielen kleinen schwarzen Mineral-Einsprengungen.

Die Grundmasse besteht in Dünnschliffen aus einer nicht weiter in Kryställchen auflösbaren, glashellen, amorphen Substanz, in welcher zahllose wasserhelle i. p. L. farbige Plagioklasnädelchen, grössere schwarze Magneteisenkörnchen und kleinste schwärzliche Globulite in unregelmässigen Putzen gruppirt eingebettet liegen. Die grösseren Plagioklaseinschlüsse bilden breite, wasserhelle Krystalle, welche meist von Glasgallen, schwarzen Körnchen und Bläschen durchsprengt sind.

Ziemlich unregelmässig umgrenzte Körnchen von theils bräunlicher, theils hellgrüner Farbe, erstere stark, letztere schwach dichroitisch, beide ziemlich ähnlich zerrissen, gehören theils der Hornblende, theils dem Augit an.

Grössere Magneteisenkryställchen sind spärlich vorhanden. Es ist dies eine porphyrartige Ausbildung des Chimborazo-Gesteins.

Von abweichender Beschaffenheit scheint das Gestein des Eruptionskegels selbst zu sein. Ein von M. Wagner als Rapilli aus der Höhe von 15700 Fuss bezeichnetes Stück ist eine grossblasige Schlacke von dunkelgrauer Farbe mit zahlreichen Einschlüssen von Plagioklaskryställchen, Körner eines grünlichen wasserhellen Minerals

1) Vergl. M. Wagner a. a. O. S. 517 u. ffd.

der Augitgruppe, Magneteisentheilchen und vielleicht mit einzelnen Quarzkörnchen. Die Grundmass eist trachytisch wasserhell, relativ wenig glasig und schliesst sich der Beschaffenheit nach eng an die Chimborazo-Lava an. In der Barranca von San Elias am SW. Fuss des Cotopaxi breitet sich ein thonsteinartiges hellfarbiges röthlich-weissliches Gestein aus, welches die Basis des Berges zu bilden scheint. Es ist voll Blasen, leicht von Gewicht und stellt eine stark zersetzte und vielleicht durch die Einwirkung heisser Wasserdämpfe umgewandelte trachytische Lava vor.

Vulkan Imbabura.

Es ist ein fast gleichförmig dichtes hellgraues Gestein mit schon für das unbewaffnete Auge unterscheidbaren Plagioklasausscheidungen und mit nur spärlichen schwarzen Putzen, welches von dem Vulkan Imbabura vorliegt. Die Dünnschliffe weisen nach, dass die Hauptmasse aus kleinsten Plagioklasnädelchen besteht, welche so massenhaft auftreten, dass man kaum eine Spur etwas staubiger, sonst wasserheller amorpher Zwischensubstanz wahrnimmt. Neben diesen Krystallnädelchen, die i. p. L. deutlich streifig-farbig sich zeigen, kommen gleichfalls sehr kleine rundliche, grünliche Körnchen in grosser Menge vor. I. p. L. erscheinen sie in lebhaft bunten Farben und gehören einer Augitbeimengung an. Magneteisen kommt in kleinen Körnchen häufig vor.

Was die bereits erwähnten schwarzen putzenförmigen Ausscheidungen anbelangt, so erweisen sie sich im Dünnschliffe von meist ganz unregelmässigen Umrissen und als eine dichte Zusammenhäufung kleinster schwarzer Körnchen, die vermuthlich Magneteisen sind. Hier und da tritt im Innern dieser Putzen eine braungrüne, fasrige Mineralsubstanz hervor, die ohne Zweifel noch unzersetzte Hornblende ist. Vereinzelt zeigen sich auch etwas grössere, aber immer noch verhältnissmässig kleine Plagioklasnädelchen.

Das fleckige Aussehen des Gesteins, welches besonders an den Dünnschliffen sich bemerkbar macht, rührt davon her, dass Augit-ärmere und Augit-reichere Partien der Grundmasse sich gleichsam zusammenmengen und an den Rändern verfliessen.

Wir haben hier gleichsam eine Thonstein-ähnliche Varietät des Chimborazo-Gesteins, welche Augit und Hornblende zugleich enthält, vor uns. Einen Uebergang zu der vorigen Abänderung vermittelt das Gestein von dem

Vulkan Cotocachi.

Dasselbe stammt gleichfalls aus der Provinz Imbabura in Ecuador von den Westanden und macht sich dadurch bemerkbar, dass es in Säulen ausgebildet vorkommt. Die graulich-weisse Felsart ist dicht und enthält porphyrartig eingesprengten Plagioklas und Augitkrystalle. Auch hier besteht die Hauptmasse aus einem Haufwerk kleinster Plagioklasnädelchen und kleinen Augitkörnchen mit Magneteisen, so dass die eigentliche amorphe Mesostasis kaum zur Geltung kommt. Kleine rothbraune Blättchen, welche i. p. L. ihre Farbe nicht ändern, gehören vielleicht Eisenglimmer an. Die grösseren Plagioklas- und Hornblendeeinschlüsse verhalten sich ungefähr, wie jene des Chimborazogesteins.

Vulkan Ilinissa.

Ein auf der Höhe von 11400 Fuss gesammeltes Gesteinsstück dieses Vulkans gehört gleichfalls diesem trachytischen Typus an und zeichnet sich nur durch grössere Blasenräume aus. Die Wände dieser Höhlungen lassen zahlreiche Glasfäden bemerken; dies scheint den zähflüssigen Zustand des Eruptionsmaterials anzudeuten, aus dem das Gestein erstarrte. Die Hornblendenadeln sind sehr zahlreich und von schwärzlich-grüner Farbe.

Die Analyse dieses Gesteins ergab:

Kieselsäure	62,60
Thonerde } Eisenoxyd (Oxydul) } .	26,00
Kalkerde	5,30
Bittererde	1,10
Kali	0,70
Natron	5,10
Glühverlust	—,—
	100,80

Von ganz besonderem Interessen ist ein Gesteinsstück, welches in der Fundangabe als Gipfelgestein des grossen Doppelkegels des Vulkans Ilinissa bezeichnet ist mit der Bemerkung, dass der ganze östliche Gipfel des kolossalen Bergs aus losen Trümmern dieser breccienähnlichen Gesteinsart bestehe.

Das Gesteinsstück ist aus zweierlei Massen zusammengesetzt. Ein hellgrauer, ziemlich dichter Theil besitzt ganz die Beschaffenheit der typischen Andentrachyte mit grösseren Plagioklaskrystallen und kleineren, schwärzlichen Hornblendenädelchen.

Der zweite, porphyrartig ausgebildete Antheil besitzt eine sehr dichte, röthliche Grundmasse, in welcher neben Plagioklas- und Hornblendekryställchen auch Quarzkörnchen sich bemerkbar machen. Dieser zweite Antheil ist scharf von dem ersten getrennt und nimmt, wo er an letzteren anstösst, eine ganz dicke, Hornfels-artige Beschaffenheit an. Es ist nicht zweifelhaft, dass wir in letzterem ein jüngeres, quarzführendes Gestein vor uns haben, welches den typischen grauen, körnigen Andentrachyt gangartig durchsetzt und wohl auch Brocken des letzteren in seiner Teigmasse aufgenommen hat. Was aber diesem Gestein vollends das Ansehen einer Breccie verleiht, das rührt davon her, dass in der Masse des porphyrartigen, rothen Gesteins zahlreiche

an Porzellanjaspis oder Hornfels erinnernde, dichte, nach Art der Festungsachate hellgrau, dunkelgrau und röthlich gefärbte, eckig ausgezogene Putzen eingebettet liegen. Man könnte sie ihrer ganzen Art nach als fremdartige Gesteinsfragmente — etwa von Thonschiefer ansehen —, welche von der Teigmasse aufgenommen, durch die Einwirkung des Trachyts metamorphosirt worden wären, wie es bei Contaktmetamorphosen von Diabas und Melaphyr so häufig zu beobachten ist. Aber der Umstand, dass die Ränder dieser Einschlüsse nicht scharf abgegrenzt sind, sondern gleichsam in die Gesteinshauptmasse übergehen, mehr noch die Erscheinung, dass die Grenzregion gegen die zuerst genannte Gesteinsart, welche sie gangartig berührt, genau dieselbe Hornfels-artige Beschaffenheit zeigt, spricht zu Gunsten der Annahme, dass diese Putzen nur als Ausscheidungen aus der Masse der durch Aufnahme und Einschmelzen fremder Gesteinsfragmente vielleicht anders zusammengesetzter, porphyrartiger Gebirgsart zu betrachten sind.

Aus der Umgebung des Ilinissavulkans stammt ein auf dessen NW. Seite in der Hochebene Tacunga anstehendes, porphyrartiges fast dichtes Gestein von weissgrauer Farbe und mit nur in geringem Grade rauhen Bruchflächen. Grössere Plagioklaskrystalle sind sehr spärlich, rundliche weingelbe Augitkörnchen dagegen reichlich eingemengt.

Dass derartige trachytische hellfarbige Gesteine sog. Andesite auch über Ecuador noch weiter nördlich fortsetzen, beweisen Gesteine vom Isthmus von Panama, welche gleichfalls M. Wagner gesammelt hat. Darunter bemerken wir einige von besonders auffallendem Typus.

Isthmus von Panama.

Unmittelbar neben der Eisenbahn zwischen Metachia und Mamey findet sich ein lichtröthlich-graues, porphyrartiges Gestein voll von sehr grossen z. T. glasig-hellen, z. T.

trüben, parallelstreifigen Feldspathkrystallen neben Hornblendenadeln. In Dünnschliffen sieht die ziemlich stark entwickelte Grundmasse wie geronnen aus, indem Häufchen von schwarzen Magneteisenkörnchen zusammen mit dunklen Mikrolithen wolkenartig zerstreut zwischen helleren Partien liegen. Letztere bestehen merkwürdiger Weise nicht aus einem Haufwerk von Nädelchen, sondern aus breiten, kurzen Plagioklaskryställchen und relativ sehr spärliger, staubig-trüber Mesostasis, so dass das Ganze i. p. L. das Aussehen von Moiré gewinnt. Einzelne breite Plagioklaskryställchen und zahlreiche, braune Hornblendekörnchen stellen sich dazwischen ein. Die im Eingang erwähnten grossen Plagioklaskrystalle sind meist im Innern trüb, opak durch weisse Flocken und Körnchen als Zeichen erlittener Zersetzung. Nur kleine Nadeln sind rein und wasserhell.

Auch die ungemein häufigen Einsprengungen von röthlich-brauner, fasrig-streifiger Hornblende sind meist in der Mitte zersetzt, so dass nur noch ein Skelett von Hornblende in einer Speckstein-artigen Masse eingebettet erhalten ist.

Magneteisen findet sich meist feinkörnig und staubig ausgebildet.

Kochende Salzsäure zersetzt sehr viele der bereits in der Umsetzung begriffenen Plagioklasausscheidungen.

Zwischen Mamey und San Pablo findet sich ein sehr ähnliches Gestein, jedoch in sehr stark zersetztem Zustande und zugleich mit zahlreichen wasserhellen Quarzkörnchen in der Grundmasse. Die Plagioklaskrystalle sind theils vollständig, theils am Aussenrande oder längs der Spaltungsklüfte in weissen Thon, die Hornblende bis auf geringe Theilchen in eine rothe Pinit-artige Substanz umgewandelt.

Aehnlich wie die zuerst beschriebene Felsart verhält sich auch das Gestein aus der Nähe der Stadt David in Chiriqui, welches die dort auftauchenden conischen Hügel zusammensetzt. Von äusserem Aussehen ist es schwarzgrau,

dunkler gefärbt, als die bisher betrachteten Gesteine, daher etwas Basalt-ähnlich, aber von nur mattem Glanze. Die Hauptmasse sieht in Dünnschliffen gleichfalls wie geronnen aus und besteht aus ausserordentlich kleinen Plagioklasnädelchen, welche i. p. L. farbig hervortreten und wie die feinsten Haare in einen Filz verwebt sind; amorphe Mesostasis ist kaum unterscheidbar. Ausserdem nehmen kleine runde Körnchen von i. p. L. buntfarbigem Augit und schwarze Magneteisenkörnchen an der Zusammensetzung Theil. Sehr zahlreich sind die beträchtlich grossen Plagioklasausscheidungen; sie sind meist wasserhell und häufig auf den Klüften von einer bräunlichen, amorphen Substanz durchzogen. Auch fehlen Gallen von eingeschlossener Hauptmasse und Bläschen nicht. An den Rändern ragen nicht selten Mikrolithnädelchen in die Krystallsubstanz hinein zum Zeichen ihres nahezu gleichzeitigen Entstehens. Hornblendeeinschlüsse scheinen ganz zu fehlen, wenn nicht einzelne braune Putzen einer zersetzten Substanz dieselben vertreten.

Der Vulkan von Chiriqui besteht nach einem Gesteinsstück von der NW. Seite aus ganz typischem, hornblendereichem Chimborazotrachyt von feinkörniger Zusammensetzung zugleich mit Augit- und Quarzbeimengungen. Auch die Gebirgsart aus der Barranco des Rio de las piedros am NW-Abhange desselben Vulkans ist ganz von derselben Art, nur viel feinkörniger, sowie fleckig und streifenweise grau und röthlich gefärbt, gleichsam aus zweierlei zusammengeflossenen und vermischten Eruptionsmassen entstanden. Doch liegen auch Gesteinsstücke von diesem Berge von fast ganz dichter Textur vor; in der hellgrauen, wenig rauhen Masse bemerkt man kaum einzelne Plagioklasausscheidungen, wogegen sehr lichtfarbiger Augit in zahlreichen Körnchen sich einstellt.

Unter den hellfarbigen trachytischen Gesteinen

begegnen wir mithin keinem, welches eine nähere Verwandtschaft mit dem Enhydrosgestein erkennen lässt.

Wenden wir uns zu der basaltischen Reihe, aus welcher gleichfalls unter der Bezeichnung Augitandesit viele schon aus den Anden beschrieben sind, so enthält auch von dieser die M. Wagner'sche Sammlung zahlreiche Sammelstücke aus verschiedenen Gegenden. Es sind nur einige wenige derselben, über welche ich hier einige Bemerkungen beifüge. Zunächst greife ich eine äusserlich dem europäischen Basalt sehr ähnliche Felsart heraus, welche wahrscheinlich bereits schon zum Gegenstand einer Untersuchung vom Rath's, Artopè's und Rosenbusch's [1]) gedient hat.

Vulkan Tunguragua.

Ein tief schwarzes, fast pechartig glänzendes, als Basalt bezeichnetes Gestein entstammt nach dem Originalzettel Wagner's aus dem Pastassathale, [2]) welches die östliche Andenkette quer durchschneidet Die Felsmasse erhebt sich um den Vulkan Tunguragua wallartig in pralligen, senkrechten Wänden mit einer Ausbildung zu fünfkantigen Säulen; indem sie zwischen Glimmerschiefer, Gneiss und Syenit keilartig eindringt, durchbricht sie auch den sog. Trachyt gangförmig.

An der Zusammensetzung der Hauptmasse dieses Gesteins betheiligen sich ein schwärzlichbraunes, amorphes Glas, kleinste Plagioklasnädelchen, wenige kleine Augit- und Magneteisenkörnchen und sehr zahlreiche, grosse Ausscheidungen von Plagioklas, Augit und Magneteisen.

Das braune Glas ist theils ohne weitere Einschlüsse, theils erfüllt mit kleinsten, fast regelmässig eingebetteten

---

1) Vergleiche Rosenbusch's Mikrosc. Physcogr. d. Mch. u. Gest. II. S. 420.

2) Vergl. Wagner a. a. O. S. 484 u. ffd.

Körnchen, die erst bei einer 200maligen Vergrösserung deutlicher zum Vorschein kommen und diesen Theilen der Glasmasse eine dunklere Färbung ertheilen.

Die in der Hauptmasse wasserhellen Plagioklaskrystalle enthalten ziemlich zahlreiche Glasgallen, Bläschen, Körnchen und Augitnadeln.

Von Pyrogeniten (Mineralien aus der Gruppe des Augits und Amphibols) scheint blos Augit in grösseren Ausscheidungen vorzukommen. Diese Ausscheidungen sind wein- bis bräunlich grün gefärbt, stark rissig, oft dem Olivin täuschend ähnlich, theils nicht, theils stark dichroitisch. Glüht man die Dünnschliffe, so nehmen einzelne dieser Ausscheidungen eine tiefbraune Farbe an, wie es der Olivin zu thun pflegt. Doch hat die Behandlung der Dünnschliffe, sowie des Gesteinpulvers mit kochender Salzsäure vollständig sicher gestellt, dass kein Olivin vorhanden ist, wohl aber zeigen sich einzelne der Plagioklaskrystalle nach dieser Behandlung mehr oder weniger zersetzt.

Durch mehrstündige Behandlung des Pulvers mit Salzsäure bei der Kochhitze wurde nahezu 20% desselben zersetzt und zwar besteht der zersetzte Antheil aus:

Kieselsäure . .	8,90
Thonerde . . .	4,40
Eisenoxyd } Eisenoxydul } .	2,80
Kalkerde . . .	2,47
Bittererde . . .	0,20
Kali	0,14
Natron	0,70
Glühverlust . .	0,30
	19,91

Eine ganz geringe Menge von Kalk-Bittererdecarbonat, dann eine grössere Menge Magneteisen und Theile eines

wenigstens theilweise zersetzbaren Plagioklases erscheinen in diesen durch Säuren angegriffenen Gemengtheilen, während ein als Olivin zu deutender Bestandtheil völlig fehlt.

Der in kochender Salzsäure unzersetzte Rückstand des Gesteins (I) besteht gegenüber der Zusammensetzung des Gesteins im Ganzen (II) aus:

	I	II	III
Kieselerde	57,60	56,50	66,060
Thonerde	13,33	15,06	15,643
Eisenoxyd (mit Oxydul) .	13,40	13,52	4,614
Kalkerde	4,70	6,23	4,554
Bittererde	3,15	2,72	2,568
Kali	1,72	1,35	2,356
Natron	5,12	4,55	3,998
Glühverlust	0,27	0,30	0,298
	99,29	100,23	100,091

Die Zahlen der Analysen I und II nähern sich denjenigen, welche bis jetzt bei der Mehrzahl der Augitandesituntersuchungen gefunden worden sind, während sie in auffallender Weise von jenen durch Artopè (a. a. O. S. 14) bei dem schwarzen Gestein desselben Bergs gefundenen Werthen, die oben aus der Spalte III zu ersehen sind, abweichen. Zwar erreichen auch die zum Augitandesit gezählten Gesteine von Santorin denselben hohen Kieselsäuregehalt, wie ihn Artopè für das schwarze Gestein von Tunguragua gefunden hat und ebenso enthalten auch zahlreiche sog. Augit-Andesite von Ecuador nach den Bestimmungen Abich's[1]) eine nahe gleich grosse und selbst grössere Menge von Kieselsäure, allein die letzteren Gesteine werden als Quarz-führende bezeichnet, wie das von dem schwarzen Tunguragua-Gestein gewiss nicht angenommen werden darf.

1) v. Humboldt Kosmos IV. S. 471.

Einen annähernd gleichen Typus basaltischer Laven besitzt eine Reihe anderer Gesteinsproben der M. Wagner'-schen Sammlung. Zunächst ist es eine gleichfalls vom Tunguragua abstammende tief schwarze, stark poröse Felsart, welche einen grossen Lavastrom auf der NO. Seite des Vulkans bildet. Abgesehen von den Blasen und Poren und dem starken Hervortreten der Glasmasse scheint in der Hauptmasse eine wesentliche Verschiedenheit gegen das soeben beschriebene Gestein nicht zu bestehen. Die hellen, stark rissigen, sehr kleinen Plagioklasnadeln heben sich grell aus der schwarzen Masse hervor, während die gleichfalls häufigen Augite sich nur in Dünnschliffen bemerkbar machen.

Auch hier wird Olivin durchaus vermisst.

Selbst concentrirte Salzsäure ist ohne Einwirkung auf die Gemengtheile, mit Ausnahme des Magneteisens. Der Kieselsäuregehalt wurde zu 60,76% gefunden.

Hieran schliesst sich unmittelbar das schwarze basaltische Gestein des Plateaus von Tacunga, welches von den Auswurfsmassen des Cotopaxi überdeckt wird.

Von besonderem Interesse aber ist ein schwammig poröses schwarzes Gestein vom Fusse des Ilinissavulkans, wo dasselbe in der Ebene von Tacunga ziemlich regelmässige konische Hügel ausmacht. Die vorliegende Gebirgsart stammt von einem solchen Hügel Callo und enthält in seiner Masse zahlreiche fremdartige Gesteinsbrocken eingeschlossen. Kleinere Stückchen scheinen völlig in schlackiges Glas umgeschmolzen zu sein. An grösseren Stückchen erkennt man deutlich das ziemlich unveränderte Augit-reiche, hellgraue, trachytische Gestein vom Ilinissa. Dünnschliffe, welche solche Einschlüsse mit dem einschliessenden Gestein zugleich enthalten, lassen erkennen, dass die Grenze ziemlich scharf ist und nur stellenweis glasige Streifchen der Lava in die eingeschlossenen Stücke vordringen, ohne aber irgend eine bemerkbare Ver-

änderung zu erzeugen. Neben dem intensiv braunen Glas der Grundmasse, welche von Mikrolithen erfüllt ist, heben sich helle Plagioklasnadeln, intensiv grüne, stark dichroitische Augit- und Magneteisenkörnchen hervor. Auch hierin konnte weder Olivin, noch Nephelin oder Leucit gesehen werden. Es ist wohl nicht zweifelhaft, dass diese Gesteine zu der Gruppe gehören, aus welcher H. vom Rath den Plagioklas analysirt und als Andesin bestimmt hat. Es ist dies das schwarze Gestein vom Guagua-Pichincha. Wir dürfen demnach vermuthen, dass die hellen rissigen Plagioklase der eben genannten schwarzen Gesteine gleichfalls zum Andesin gehören.

Aehnliche Gesteine liegen uns auch von dem Isthmus von Panama vor, die bald als Basalte, bald als Dolerite bezeichnet werden, sich aber durch ihren Mangel an Olivin und Titaneisen, wie die südamerikanischen Gesteine, auszeichnen, im Allgemeinen mehr ein Anamesit-ähnliches Gefüge besitzen.

Gesteine von Summit Panama.

Ein Dolerit-ähnlich aussehendes, feinkörniges, schwarzes Gestein stammt von der Südostseite nahe der höchsten Erhebung der Eisenbahn zwischen Paraiso und Empire dicht neben der Strasse in schönen regelmässigen Säulen anstehend. Die Dünnschliffe zeigen eine Zusammensetzung des Gesteins aus kleinen Plagioklasnädelchen und rundlichen Augitkörnchen, zwischen welche eine theils rothbraune, theils olivengrüne, häutig aussehende Substanz reichlich sich ausbreitet. Letztere möchte man unbedingt für Glasmasse halten, da sie ganz deren Rolle spielt; doch ist sie nicht amorph, sie bleibt vielmehr i. p. L. bei gekreuzten Nikols hell durchsichtig, ohne jedoch bunte Farben zu zeigen. In dieser braunen Zwischenmasse bemerkt man die ähnlichen feinen Körnchen oder Bläschen bei sehr grosser Vergrösser-

von Plagioklasnädelchen und Augitkörnchen zertheilt.

e dieses eigenthümliche Verhalten der sonst dem ylyt ähnlichen, die Stelle der Mesostasis vertretenden tanz nicht durch eine Umbildung aus Glasmasse sich iren lassen, wobei die umgewandelte Substanz ähnlich, es bei gewissen Bändern des Palagonits vorkommt, in tokrystallinischen Zustand übergegangen ist?

In dieser Hauptmasse liegen nun zerstreut einzelne e, wasserhelle Plagioklasnadeln, kleine unregelmässig renzte Augitkörner und grössere Magneteisenkryställ- . Der Kieselsäuregehalt wurde zu 50,14% bestimmt. Sehr ähnlich ist auch das Gestein aus der Nähe von iso, in dessen aus äusserst kleinen Plagioklasnädelchen Augitkörnchen bestehenden Hauptmasse auch die eben er- nte, nicht amorphe Zwischensubstanz, aber mehr putzen- vertheilt, zum Vorschein kommt. Dieses Gestein, welches eine lokale Varietät des vorigen zu sein scheint, ist nders dadurch ausgezeichnet, dass die in kleinen Nädel- ausgebildeten wasserhellen Plagioklaskrystalle durch Einwirkung kochender Salzsäure grösstentheils zersetzt len.

Die chemische Analyse ergiebt für dieses Gestein nde Zahlen:

I Für den in ganz verdünnter Säure zersetzbaren Gemengtheil, nebst dem in Kalilauge löslichen Gehalt an Kieselsäure

III Umrechnung der Ziffern in II nach Abzug von Eisenoxyd und Bitterde.

IV Bauschanalyse des Gesteins.

	I	II	III	IV
Kieselsäure	3,20	45,58	52,25	54,88
Thonerde	0,19	20,41	28,44	16,64
Eisenoxyd (Oxydul) .	0,38	17,97	—	14,87
Kalkerde	0,37	9,69	13,51	5,25
Bittererde	0,15	1,62	—	1,04
Kali	—	1,06	1,48	5,75
Natron	—	3,09	4,31	
Kohlensäure . . .	—	—	—	0,80
Glühverlust	0,55	0,60	—	0,65
Zusammen	4,84	100,02	99,99	99,88

Man erkennt daraus, dass wir hier ein leicht zersetzbares, sehr eisenreiches, basisches Gestein vor uns haben, und dies erklärt auch die sehr auffallende Erscheinung, dass das Gestein sehr leicht zu einer ockergelben Erde verwittert. Was den Plagioklas dieses Gesteins anbelangt, so dürfte derselbe nach der Ausrechnung in (III) wohl für Labrador anzunehmen sein.

Ganz denselben Typus besitzt auch das dunkle, feinkrystallinische Gestein an der äussersten Nordgrenze des Isthmus auf der atlantischen Seite bei Gorgona, welches in schönen Säulen bricht und die höchsten Hügel des eigentlichen Isthmus ausmacht. Auch in diesem erweist sich eine braune Zwischenmasse i. p. L. als nicht amorph. Bemerkenswerth ist überdies die eigenthümliche Form der in feinen Körnchen neben Plagioklasnädelchen die Hauptmasse ausmachenden Augite. Diese Körnchen sind nämlich rundlich, knollen-

mig mit wulstigen Ansätzen, ganz ähnlich wie im Grossen der rgasit aus dem körnigen Kalke von Pargas geformt vorkommt. r Kieselsäuregehalt beträgt in diesem Gestein 54,84%.

Fasst man die Hauptergebnisse der Untersuchung an m vorliegenden dunklen basaltartigen Andengestein zunmen, so ergiebt sich als charakteristische Eigenthümhkeit desselben das Fehlen (oder die grösste Seltenheit) r Einschlüsse von Olivin, Nephelin und Leucit. Ebensonig konnte ich je mit Sicherheit Apatit und Titaneisen kennen. Wir haben es sohin mit einem sehr einfachen steinstypus von basaltischem Aussehen, schwarzer Farbe d fein krystallinischer, oft porphyrartiger Textur zu thun, i dem die Hauptmasse aus theils dunkelfarbiger, glasiger, eils entglaster dunkler Mesostasis mit eingebetteten kleinen agioklasnädelchen, Augitkörnchen und Magneteisentheilchen d ausserdem eingestreuten grösseren Krystallen derselben neralien, zu denen auch zuweilen noch Hornblende (wohl ch Quarz) sich gesellt, besteht.

Diese wenigen Beobachtungen weisen in Uebereinstimmng mit älteren Untersuchungen darauf hin, dass in Südd Mittelamerika vorherrschend zwei Typen von jüngerem ruptionsgestein in grossartiger Ausbreitung auftreten, imlich:

1) ein trachytischer Typus nach Art der oft genannten Gesteine des Chimborazo von hell- bis dunkelgrauer, selten röthlich oder graubrauner Farbe, mit rauher Bruchfläche, seltener von schlackiger Beschaffenheit, mit zahlreichen Einsprengungen von meist glashellem, rissigem Plagioklas, Nadeln dunkler Hornblende, Körner von Augit (beide einzeln oder mit einander vorkommend) mit oder ohne Quarzkörnchen und Glimmerblättchen, [1]) sowie reich

1) Glimmerblättchen werden oft angegeben; selbst jedoch habe ich solche nicht angetroffen.

an Magneteisen, welches in feinen Staubtheilchen und grösseren Körnchen vorkommt;

2) ein basaltischer (doleritischer) Typus nach Art der Anamesite oder Dolerite fein krystallinisch, selten ins anscheinend Dichte übergehend, dunkelschwarz, bis braunschwarz, mit nicht rauher Bruchfläche, häufig jedoch porös schlackig, mit meist nicht sehr zahlreichen Einsprengungen von hellem Plagioklas in einer dunklen farbigen Grundmasse von vorherrschend glasiger Beschaffenheit, mit weinfarbigen Augitkörnchen oder -Putzen, zuweilen mit Hornblende und wohl nur aufgenommene Quarzkörnchen. Magneteisen ist immer in reichlicher Menge beigemengt, dagegen scheint Olivin, Nephelin und Leucit gänzlich zu fehlen.

Gesteine beider Reihen werden in der Regel als Andesite bezeichnet und in Hornblende- und Augit-Andesite unterschieden, ohne weitere Rücksicht auf ihr typisches Aussehen zu nehmen. Man geht in der Unterscheidung in der Regel noch weiter und trennt in beiden Reihen wieder quarzführende und quarzfreie. Es wäre unberechtigt, mich über eine solche fortgeschrittene Gliederung im Allgemeinen hier auszusprechen. Speziell aber in Bezug auf die mir vorliegenden südamerikanischen Gesteine scheint mir eine solche Trennung weder praktisch aufführbar, noch naturgemäss, wenigstens was die erste Gruppe der trachytischen Gesteine anbelangt, indem bei dieser jede haltbare Grenze zwischen Hornblende- und Augit-haltigem, quarzführendem und quarzleerem Gestein fehlt. In welchen Mengungsverhältnissen muss Hornblende oder beziehungsweise Augit vorhanden sein, um nicht bloss als accessorischer, sondern als wesentlicher Gemengtheil zu gelten? Mag das in einzelnen Handstücken schon schwierig zu entscheiden sein, wie in weit grösserem Maasse in den

ausgedehnten Gebirgen, in welchen diese Gesteine sich weithin ausbreiten und sich begegnen. Ich glaube, wir dürfen in dieser Richtung nicht mehr Scheidung in die Natur hineintragen wollen, als sie selbst in sich trägt.

In Bezug auf die Gesteine von basaltischem Typus ist dies viel einfacher, indem bei diesen wohl schwerlich ein Hornblende-Andesit wird beobachtet und unterschieden worden sein und was die quarzführenden Abänderungen von demselben Typus anbelangt, so dürften diese sich auf Fälle beschränken, in denen Quarzkörnchen eingeschmolzen wurden oder erst in Folge erlittener Zersetzung sekundär Quarz sich angesiedelt hat.

Ich bin aber auch der Meinung, dass man diese amerikanischen Gesteine nicht alle zusammenwerfen dürfe, indem man sie allesammt in die Gruppe des Andesits aufnimmt. Es scheint mir vielmehr eine leicht ausführbare Scheidung in die oben schon mehrfach angedeuteten Gruppen der trachytischen Typen von mehr saurer Zusammensetzung (Kieselsäuregehalt etwa über 57%) und basaltischen Typen von mehr basischer Zusammensetzung (Kieselsäuregehalt unter 57%, wenn nicht Quarzkörnchen enthaltend) naturgemäss und auch ihrem relativen Alter zu entsprechen.

Ich stimme daher bis zu einem gewissen Grade mit der Ansicht Lagorio's[1]) über die Kaukasus-Andesite überein, nur scheint mir die Einführung und Berücksichtigung der Altersbeziehungen eines Eruptivgesteins mehr geeignet, die Grenze der sog. Willkürlichkeit durch das wichtige Princip der geohistorischen Thatsache auf ein richtiges Maass einzuengen, als sie maasslos zu erweitern und daher für jede petrographische Studie nicht nur von grösster Wichtigkeit, sondern auch gradezu unumgänglich nöthig.

---

1) Die Andesite des Kaukasus. Dorpat 1878.

Ist eine Unterscheidung der südamerikanischen Eru gesteine in solche von trachytischem und basaltisc Habitus begründet, was mir aus dem relativ kleinen liegenden Material begreiflicherweise endgültig zu entsche nicht in den Sinn kommen kann, so dürfte allerdings dann die Bezeichnung Andesit, ihrer ursprünglichen wendung entsprechend, nur für die trachytischen Ges beizubehalten und die zweite Gruppe enger den Olivin-f Feldspathbasalten anzureihen sein.

Sitzungsberichte

der

königl. bayer. Akademie der Wissenschaften.

Oeffentliche Sitzung

zur Feier des 122. Stiftungstages

am 28. März 1881.

Der Secretär der mathematisch-physikalischen Classe, Herr v. Kobell zeigt nachstehende Todesfälle der Mitglieder an:

Dr. Joh. Nep. von Ringseis.

Geb. am 16. Mai 1785 zu Schwarzhofen in der Oberpfalz.
Gest. am 22. Mai 1880 zu München.

Im Jahre 1797 besuchte Ringseis, nach einigen Vorschulen in Regensburg und Walderbach, das Studien-Seminar Amberg und kam 1805 auf die hohe Schule nach Landshut, wo er sich an der Seite seines jüngeren Bruders Sebastian dem Studium der Medicin widmete. Sein originelles Wesen und sein offener heiterer Charakter machten ihn bald zum Liebling seiner Studien-Genossen. Am 14. März 1812 promovirte er und ging dann zu weiterer Ausbildung nach Wien und nach Berlin. Daselbst lernte er 1814 den Bildhauer Rauch kennen, welcher ihn an den Kronprinzen Ludwig von Bayern empfahl, dem er später als geistreicher Reisebegleiter zur Seite stand. Zunächst setzte er seine

Studienreisen in Mitteldeutschland fort und wurde, nach München zurückgekehrt, für den bevorstehenden Feldzug der Deutschen nach Frankreich zum Feldspital-Medicus mit Hauptmanns-Rang ernannt.

Bald hatte er Gelegenheit, das Feldlazareth zu dirigiren und mit ärztlicher Hilfe vielfach thätig zu sein, bis er im Oktober 1815 nach Paris kam, wo sein Aufenthalt bis zum 17. December dauerte. Er lernte daselbst Jakob Grimm und Alexander v. Humboldt kennen und kehrte dann über Soissons, Laon, Mons, Antwerpen, Brüssel, Aachen, Köln, Frankfurt und Heidelberg 1816 nach München zurück, machte die Staatsprüfung und erhielt am 16. August 1817 seine erste Anstellung am Krankenhaus zu München. Kurz darauf wurde er vom Kronprinzen Ludwig als Leibarzt und Begleiter auf der Reise nach Italien berufen. Die Fahrt ging nach Rom, Neapel und Sicilien. Auf dieser Reise hatte er Gelegenheit, dem Kronprinzen die Verlegung der Landshuter Universität nach München zu empfehlen und die Vortheile, welche dem gelehrten Institut dadurch in Aussicht standen, klar zu machen, wie denn auch nach dem Regierungsantritt König Ludwigs I. die vorgeschlagene Uebersiedlung stattfand und dabei mancherlei Berufungen durch Ringseis veranlasst wurden. Bei der Rückkehr nach Rom wurde durch ihn auch die Bekanntschaft des Kronprinzen mit Cornelius vermittelt und ist diese Begegnung die erste Quelle geworden zum nachmaligen Aufblühen der Kunst in München. Wäre Ringseis nicht poetisch und mit idealem Streben angelegt gewesen, so wären wohl manche glücklich gebotenen Momente unbeachtet geblieben, welche das Interesse und die Anregung seines fürstlichen Gönners zu erfreulichen Schöpfungen herbeigeführt haben. Man kann daher auch über eine ihm eigene Vorliebe für mystische Vorstellungen, für den Verkehr mit der Geisterwelt und ähnlichen Phantasieen hinwegsehen, um so mehr als dabei von seiner Seite

keinerlei Charlatanismus im Spiele war und keine Schädigung seines Berufs veranlasst wurde. —

Der ersten italienischen Reise folgte 1820 eine zweite mit dem Kronprinzen, wo dem hohen Herrn in der Campagna von Rom der Unfall begegnete, dass ihn ein wildgewordener Stier anrannte und ihm den linken Arm an der Schulter aus dem Gelenk stiess. Hier bewährte Ringseis seine chirurgische Kunst und seine Sicherheit in Behandlung des Falls und vollzog sogar gegen die Einsprache des von Schmerzen heftig ergriffenen Herrn die Einrichtung des Arms. Die von ihm dabei bewiesene Energie und der günstige Erfolg steigerte die Achtung und die Zuneigung des Prinzen, der ihm als nachmaliger König auch fortwährend Beweise ehrenvoller Anerkennung gegeben hat.

Ringseis hat die italischen Reisen auch zu mineralogischen Studien benützt, denen er besonders zugethan war. Seine reiche Mineraliensammlung wurde dabei namentlich durch die schönen Vorkommnisse der sicilianischen Cölestine und Schwefel zu einer der vorzüglichsten dieser Art erweitert. Die Sammlung kam später an den Herzog Maximilian von Leuchtenberg und nach dessen Tode an die bayerische Staatssammlung, welcher sie eine seltene Zierde geworden. —

Im Jahre 1824 wurde Ringseis Mitglied der Akademie der Wissenschaften, 1826 Obermedicinalrath, 1827 Professor der Pathologie, Therapie und der medicinischen Klinik, Director des allgemeinen Krankenhauses und Vorstand des Obermedicinal-Ausschusses. 1870 trat er in den Ruhestand.

Die wissenschaftlichen Publicationen des Verlebten sind mehrfach angegriffen und geistreich von ihm vertheidigt worden. Ueberall ging er mit dem Muthe vor, welchen das Bewusstsein eines ernsten und gewissenhaften Strebens gewährt. Sein Hauptwerk ist das „System der Medicin" ein Handbuch der allgemeinen und speciellen Pathologie und Therapie. (1842). — Von seinen Reden sind hervorzu-

heben die Rede „Ueber die Würde der Wissenschaft". 1826. „Ueber die wissenschaftliche Seite der ärztlichen Kunst". 1830. „Ueber den revolutionären Geist der deutschen Universitäten". 1833. „Ueber die Nothwendigkeit der Autorität in den höchsten Gebieten der Wissenschaft". 1856.

Dr. Ludwig von Buhl.

Geb. 1816 am 4. Januar zu München.
Gest. 1880 am 30. Juli ebenda.

Buhl machte seine Studien in München, Wien und Paris, wurde 1847 Docent, 1850 ausserordentlicher und 1859 ordentlicher Professor der allgemeinen Pathologie und pathologischen Anatomie an der Universität zu München und Conservator des pathologischen Instituts. Buhl hat eine Reihe von Untersuchungen publicirt: Ueber die epidemische Cholera, über den Typhus und die Schwankungen des Wassergehalts des Gehirns, über Tuberkulose, über das Kindbettfieber und die von den kranken Müttern auf die Neugeborenen übertragene analoge Krankheit, über Leberatrophie, über Pyämie und viele andere. Sie sind verzeichnet im Almanach der Akademie der Wissenschaften vom Jahre 1875. Im Jahr 1863 hielt er eine Akademische Festrede „Ueber Stellung und Bedeutung der pathologischen Anatomie" und 1875 eine Rede zur Eröffnungsfeier des pathologischen Instituts. —

Buhl's Verdienste um die Wissenschaft haben allgemeine Anerkennung gefunden und er wurde durch Verleihung mehrerer Orden und durch Diplome Gelehrter Gesellschaften ausgezeichnet.

Dr. William Sharpey.

Geb. 1802 am 1. April zu Abroath in Forfarshire in Schottland.
Gest. 1880 am 11. April in London.

Sharpey begann seine allgemeinen und medicinischen Studien an der Universität zu Edinburg und an der extra academical shool daselbst. Seine ersten Lehrer waren Dr. John Barclay in der Anatomie und Dr. John Murray in der Chemie. 1821 erhielt er das Diplom des Edinburger Aerzte-Collegs. Er studirte weiter in Paris und practicirte unter Andern bei dem berühmten Dupuytren. 1823 erhielt er den Doctorgrad der Medicin zu Edinburg. Er unternahm dann verschiedene Reisen, zum Theil zu Fuss wandernd, in Frankreich und Italien, in der Schweiz, in Oesterreich und Norddeutschland und kam schliesslich nach Berlin, wo er sich ganz für das Studium der Anatomie entschied und mit Professor Rudolphi, seinem ausgezeichneten Lehrer zu verkehren das Glück hatte. Es begannen hier seine Arbeiten über die Anatomie des menschlichen Körpers, die ihn später vielfach beschäftigten und denen er mit Vorliebe zugethan war Nach Edinburg zurückgekehrt hielt er mit dem Physiologen Dr. Allen Thomson eine systematische Reihe von Vorlesungen über Anatomie und wurde 1836 als Professor für diese Wissenschaft und für Physiologie an die Universität nach London berufen. Er hat mit Professor Richard Quain die fünfte Auflage von Dr. Jones Quain's „Elements of Anatomy" bearbeitet und viele Artikel anatomischen und physiologischen Inhalts in der berühmten Cyclopaedia of Anatomy and Physiology von Podd und in andern englischen Zeitschriften geliefert. — Er war Secretär der Royal Society. — Er war als Lehrer und Gelehrter hoch geachtet und seinen persönlichen Charakter betreffend sagt Allen Thomson von ihm „Er hatte keinen Feind und

konnte Alle zu seinen Freunden zählen, die je das Glück hatten, seine Bekanntschaft zu machen".

Dr. Christ. August Friedrich Peters.

Geb. 1806 am 7. September zu Hamburg.
Gest. 1880 am 8. Mai in Kiel.

Peters erhielt seine erste Anstellung im Jahre 1834 an der Sternwarte zu Hamburg und trat später als Observator bei der eben vollendeten russischen Haupt-Sternwarte in Pulkowa ein, welche er nach fünfjährigem Aufenthalt mit dem Titel eines Russischen Hofraths verliess, um seine Stelle als Professor der Astronomie an der Universität Königsberg (1851—1854) anzutreten, dann wurde er zum Director der Sternwarte in Altona ernannt. Seine hervorragendsten Arbeiten sind die „Bestimmung der Nutations-Constante (Numerus Constans Nutationis ex Ascensionibus Rectis Stellae polaris) und seine gekrönte Preisschrift „Bestimmung der Bahn des Kometen von 1585 aus Tycho's Original-Beobachtungen". Ausserdem hat derselbe sehr zahlreiche Aufsätze über die Elemente einzelner Kometen und Asteroiden, dann über die eigene Bewegung des Sirius und einiger anderer Hauptsterne in den Astronomischen Nachrichten veröffentlicht, wodurch er im Calcul wie in der Beobachtungskunst gleiche Gewandtheit bewiesen hat.

Peters war durch v. Lamont zum Correspondenten der Akademie vorgeschlagen worden. —

Dr. Carl Wilhelm Borchardt.

Geb. 1817 am 22. Februar zu Berlin.
Gest. 1880 am 27. Juni zu Rüdersdorf bei Berlin.

Borchardt war längere Zeit Lehrer an der Kriegsakademie in Berlin, dann Privatdocent und Professor an der

Universität und seit 1856 Mitglied der Akademie der Wissenschaften zu Berlin. Er hat sich durch seine mathematischen Arbeiten namentlich im Gebiete der Allgebra in der Gelehrten Welt mit Auszeichnung hervorgethan und hat das von Crelle gegründete Journal für reine und angewandte Mathematik, die älteste der bestehenden mathematischen Zeitschriften, in den letzten Jahrzehnten mit grosser Umsicht und Sorgfalt redigirt. Es sind unter seiner Leitung 37 Bände davon erschienen.

Philipp Wilhelm Schimper.

Geb. 1808 am 12. Januar zu Dossenheim im Unterelsass.
Gest. 1880 am 20. März zu Strassburg.

Schimper war Botaniker, Geologe, Paläontolog und Zoologe und, wie der Schweizer-Geologe Desor von ihm sagt, gehörte er zu jener Klasse von Naturforschern, denen es noch gestattet war, neben grossen Specialkenntnissen einen Einblick in das ganze Gebiet der Naturforschung zu gewinnen. Der Gegenstand seiner ersten wissenschaftlichen Studien waren die Moose, ihre Entwicklung, ihr Vorkommen und ihre Verbreitung. So entstand, mit seinem Freunde Bruch herausgegeben, die Bryologia europaea und später seine Synopsis muscorum europaeorum. Um seine Kenntnisse in dieser Richtung zu erweitern, unternahm er weite Reisen und erforschte die Küsten und Berge Skandinaviens, die schweizerischen und österreichischen Alpen, den Jura und später Spanien und Südfrankreich. Bei seinen weiteren Studien der höheren Pflanzen war deren einstiges Vorkommen in den verschiedenen Gebirgsformationen anziehend für seine Forschungen und die Kenntniss der fossilen Flora in den Steinkohlenbildungen erweiterte er durch seine betreffenden Untersuchungen des bunten Sandsteins der Vogesen, denen er auch Untersuchungen im Uebergangsgebirg anschloss.

Seine mannigfaltigen Arbeiten in den Gebieten der fossilen Pflanzenreste gaben das Material zu seinem grossen Werk „Traité de Palaeontologie végétale ou la Flore du monde primitif", welches die fossile Botanik von den Schwämmen und Algen bis zu den Palmen und Laubhölzern umfasst. — Für die Zoologie hat er unter andern das Vorkommen einer besonderen Species des Steinbocks in Spanien constatirt und Exemplare davon dem Strassburger Museum einverleibt. — Auch an der Geologie nahm Schimper regen Antheil und gehörte zu den Förderern der Gletschertheorie. — Viele Belege seiner Forschungen enthält das Strassburger Museum, welches damit ein reiches wissenschaftliches Material gewann. Schimper hat dasselbe fortwährend vermehrt und wohlgeordnet zur Anschauung gebracht. Früher Conservator, wurde er im Jahre 1866 zum Director des gedachten Museums ernannt und erhielt die Professur der Geologie an der „Faculté des sciences". Die französische Akademie der Wissenschaften ernannte ihn zum correspondirenden Mitglied. Nach dem Jahre 1870 erhielt er die Professur der Paläontologie und Geologie an der neuen Strassburger Universität. — Schimper hat sich durch seinen geraden und wahrheitsliebenden Charakter die Anerkennung seiner Collegen und die Liebe seiner Zuhörer gewonnen, die er durch lebendigen Vortrag zu fesseln und für sein Fach empfänglich zu machen wusste. —

William Hallows Miller.

Geb. 1801 am 6. April zu Llandovery in Carmarthenshire.
Gest. 1880 am 20. Mai zu Cambridge.

Miller machte seine Studien zu Cambridge, und wurde daselbst an der Universität als Nachfolger Whewels 1832 zum Professor der Mineralogie ernannt. Er war Mitglied

der Philosophical Society und seit 1838 der Royal Society zu London.

Miller hat sich durch zahlreiche Arbeiten im Gebiete der Krystallographie, Krystalloptik und Mathematik einen hervorragenden Namen erworben. Sein Hauptwerk ist „A Treatise on Crystallography (1839), in's Deutsche übersetzt und erweitert von J. Grailich (Wien 1856). Er entwickelt darin die stereographische Methode der Kugelprojection, die sich vorzüglich eignet für Anwendung der sphärischen Trigonometrie zur Bestimmung der Neigungswinkel der Flächen einer Combination und zur Uebersicht ihres Zusammenhangs. Er hat in einer neuen Ausgabe der Elementary Introduction von W. Phillips zusammen mit H. J. Brooke ausführlich Gebrauch davon gemacht und in seinem für Studirende ausgearbeiteten Tract on Crystallography, welcher 1863 erschienen ist. — Er hat nach dem Vorgang Whewells eine eigenthümliche Art der Flächenbezeichnung vorgeschlagen, welche bei physikalischen Untersuchungen manche Vortheile gewährt und giebt statt der unmittelbaren Neigungswinkel die Winkel der Flächennormalen an. Ein Theil der Mineralogen und namentlich Physiker haben diese Methode angenommen, welche mathematische Berechnung unterstützt, das naturhistorische Bild eines Krystalls aber in seinen Winkeln unnöthig verschleiert. — Die Krystalloptik hat er mehrfach bereichert durch seine Untersuchungen über die Lage der optischen Axen im klinorhombischen System, über die optischen Verhältnisse der Krystalle des Salpeter, des Anhydrit, Turmalin, Dioptas, Anatas u. a. — Von vielen Mineralien und chemischen Producten hat er die Krystallisation bestimmt, so vom Endialyt, Rutil, Brookit und Arkansit, Chromoxyd, Zinkoxyd, Zinn, Silicium, Boron, Borsäure, von Salzen des Thalliums, Doppelsalzen der Sulphate von Zink und Natron, Magnesia und Natron etc. und von Hüttenproducten. —

Haidinger hat nach ihm dem Schwefelnickel (Haarkies) dessen Krystallisation er bestimmt hat, den Namen Millerit gegeben. —

Miller war ein feiner Beobachter und seine Arbeiten sind mit grosser Sorgfalt und Genauigkeit ausgeführt. — Er war seit 1861 Correspondirendes Mitglied unserer Akademie. —

Mathematisch-physikalische Classe.

Sitzung vom 11. Juni 1881.

Herr von Bischoff hält einen Vortrag:

„Ueber Brachycephalie und Brachyencephalie des Gorilla und der anderen Affen."

Herr Virchow hat in dem Monatsbericht der Kgl. Preuss. Akademie der Wissenschaften vom Juni 1880 pag. 516 eine mit Abbildungen begleitete Abhandlung: „Ueber den Schädel des jungen Gorilla" publicirt, welche sowohl nach ihrem descriptiven als analysirenden Inhalt als mustergiltig bezeichnet werden kann.

Ich würde desshalb in einigen wenig bedeutenden Abweichungen in dieser Beschreibung des jungen Gorilla-Schädels von der von mir vor 15 Jahren in den Abhandlungen unserer Akademie 1867 pag. 66 vorzüglich zu diagnostischen Zwecken gegebenen, keine Veranlassung zu einer Bemerkung über jene finden, wenn nicht Herr Virchow dabei eine Frage zur Sprache gebracht hätte, welche in der That ein grösseres Interesse besitzt, und auch von Herrn Virchow besonders hervorgehoben wird.

Es ist das die Frage nach der brachycephalen oder dolichocephalen Beschaffenheit des Schädels, und setze ich sogleich hinzu, des Gehirnes des Gorilla.

In meiner eben erwähnten Abhandlung hatte ich mich über die Brachycephalie oder Dolichocephalie des er-

wachsenen Gorilla-Schädels und des der Anthropoiden überhaupt, gar nicht ausgesprochen, weil es nicht leicht möglich ist, von ihren Schädeln einen Längendurchmesser zu nehmen, der irgend einen zweckdienlichen Vergleich mit dem Breitendurchmesser zulässt. Die Glabella, die Stelle zwischen den beiden Arcus supraciliares, welche gewöhnlich bei dem menschlichen Schädel vorne als Messpunkt für den Längendurchmesser benutzt wird, ist bei dem Gorilla und Chimpansé durch das Zusammenfliessen des enorm entwickelten Arcus supraciliares zu einer so starken Crista frontalis ausgebildet, welche wieder anderer Seits bei dem Orang ganz fehlt, dass es gar keinen Sinn haben würde, bei Jenen den Zirkel vorne an diese Crista frontalis anzusetzen. Eher würde es physiologisch richtig sein, die Stelle hinter dieser Crista, zwischen den beiden Tubera frontalia zu wählen, wenn nicht diese Tubera bei dem Schädel der erwachsenen Thiere ganz fehlten, und bei der abfallenden Beschaffenheit der Stirn derselben, überhaupt keine Sicherheit in der Wahl irgend einer Stelle gefunden werden könnte.

Dennoch erklärt man allgemein die Schädel der erwachsenen Anthropoiden für dolichocephal, und um dafür einen Zahlen-Ausdruck zu gewinnen, habe ich neuerdings zum Ansatzpunkte des Zirkels vorne den oberen Rand der Nasenbeine, hinten die Protuberantia occipitalis externa für den Längendurchmesser, und für den Breitendurchmesser die oberen Ränder der Schuppe der Schläfenbeine gewählt; Stellen, die wenigstens von allen Beobachtern leicht in gleicher und übereinstimmender Weise benutzt werden können.

Indem ich in dieser Weise verfuhr, fand ich an einem

	Längen-durchmess.	Breiten-durchmess.	Index cephalicus
Alten männl. Gorilla-Schädel	. 162 mm	115 mm	77,1
„ weibl. „ „	. 146 „	115 „	78,7

Alten	männl.	Chimpansé-Schädel	136 mm	95 mm	70,0
„	ditto	„ „	138 „	100 „	72,5
„	weibl.	„ „	136 „	96 „	70,6
„	männl.	Orang-Schädel .	128 „	115 „	89,8
„	weibl.	„ „ .	120 „	95 „	80,0

Gehen wir von dem Uebereinkommen aus, dass Schädel, deren Index cephalicus, d. h. die procentige Verhältnisszahl zwischen Längen- und Breitendurchmesser, unter 78,0 ist, als dolichocephale, und solche über 79,0 als brachycephale zu bezeichnen sind, so würde man sagen müssen, dass die erwachsenen Gorilla- und Chimpansé-Schädel dolichocephal, der Orang-Schädel brachycephal sind, der des Chimpansé am meisten dolichocephal.

In der erwähnten Abhandlung hatte ich dann weiter angegeben, dass bei jugendlichen Individuen der genannten drei Anthropoiden, bei denen die Milchzähne zwar schon alle vollkommen vorhanden sind, der erste bleibende Backenzahn aber noch nicht durchgebrochen ist, die Schädel des Gorilla und Chimpansé auch bereits dolichocephal, der des Orang aber brachycephal seien. In die für diese Angabe aufgeführten Zahlen hat sich für den Chimpansé ein leider damals von mir nicht bemerkter Druckfehler eingeschlichen, indem ich den Längen- und Breitendurchmesser gleich gross, zu 90 mm, angab, was jedenfalls unrichtig ist. Ich kann diesen Fehler jetzt nicht mit Sicherheit corrigiren, weil der betreffende Schädel nicht mehr in meinen Händen, sondern in Lübeck ist. Nach der von diesem Schädel in meiner Abhandlung in natürlicher Grösse gegebenen photographischen Abbildung, würde er einen Längendurchmesser von 120 mm, einen Querdurchmesser von 90 mm besitzen.

Es steht mir jetzt nur noch ein Abguss desselben jungen Gorilla-Schädels zu Gebote, den ich damals untersuchte und abbildete, gleichfalls aus Lübeck; dann der Abguss eines

etwas älteren Chimpansé-Schädels, nämlich des bekannten Vrolickschen aus Amsterdam, und endlich der natürliche junge Orang-Schädel, den ich auch damals benutzte. Eine erneute Messung aller drei ergab nun für den jungen Gorilla auch jetzt für den Index cephalicus $\frac{98 \times 100}{123} = 79{,}6$; für den Amsterdamer Chimpansé $\frac{90 \times 100}{119} = 75{,}6$; für den Orang $\frac{91 \times 100}{91} = 100$ wonach also dieser junge Chimpansé-Schädel entschieden dolichocephal, der junge Orang entschieden brachycephal, dieser junge Gorilla-Schädel an an der Gränze zwischen brachycephal und dolichocephal sein würde.

Herr Virchow fand nun bei einem aus dem Dresdener naturhistorischen Museum stammenden, noch sehr jungen Gorilla-Schädel, bei welchem von den Milchzähnen erst die Schneidezähne zum Durchbruch gekommen waren, den Index cephalicus = 80,5; und bei einem älteren Berliner Schädel, welcher bereits alle Milchzähne besass, diesen Index cephalicus = 80,1 und konnte also mit Recht sagen, dass diese jungen Gorilla-Schädel beide brachycephal seien.

Nach der oben gegebenen Berechnung des Index cephalicus des von mir gemessenen jungen Gorilla-Schädel, habe ich keinen Grund gegen diese von Herrn Virchow nachgewiesene brachycephale Beschaffenheit junger Gorilla-Schädel überhaupt einen Widerspruch zu erheben. Allein ich vermag auf dieselbe keinen so grossen Werth zu legen, weil dieselbe einmal doch nur der Ausdruck seiner Jugend, und zweitens in Beziehung auf die anderen Anthropoiden doch nur eine relative ist. Es ist ja längst bekannt, dass der Schädel dieser Thiere um so menschenähnlicher ist, je jünger sie sind. Je älter alle drei werden, um so mehr verschwindet die brachycephale Beschaffenheit ihrer Schädel und wird

eine dolichocephale, die, wenn wir die oben gegebenen Messungen der erwachsenen Schädel als massgebend annehmen, allerdings bei dem Chimpansé noch grösser, als bei dem Gorilla, und bei beiden grösser als beim Orang ist.

Ich zweifle indessen nicht, dass Herr Virchow darin mit mir übereinstimmen wird, dass es bei diesen Schädelmessungen, in physiologischer und psychologischer Beziehung, mehr auf das Gehirn als auf den Schädel selbst ankommt. Ich habe schon früher die Maasse von dem Gehirn eines jungen Orang (Sitzungsberichte der mathem.-phys. Classe der bayer. Akademie d. Wissenschaften 1876. p. 194; und von dem Gehirn eines jungen Gorilla (Ebendas. 1877. p. 99) und an letzterer Stelle auch die Maasse der Schädelausgüsse eines erwachsenen Gorilla, Chimpansé und Orang angegeben. Ich glaubte danach, dass auch das Gehirn des erwachsenen Gorilla dolichoencephal sei. Allein es muss damals ein Irrthum, vielleicht eine Verwechselung der Ausgüsse stattgefunden haben. Ich habe desshalb diese Messungen an Schädelabgüssen aller drei erwachsenen Anthropoiden nochmals angestellt. Es besitzt danach der Schädelausguss eines

		Längendurchmesser	Breitendurchmesser	Längen-Breite Index
Erwachs.	♂ Gorilla . . .	113 mm	92 mm	81,4 mm
„	ditto . . .	110 „	92 „	83,6 „
„	♀ Gorilla . . .	112 „	93 „	83,0 „
„	♂ Chimpansé . .	110 „	92 „	83,6 „
„	♀ Chimpansé . .	109 „	89 „	81,6 „
„	ditto . .	115 „	96 „	83,4 „
„	♂ Orang . . .	102 „	91 „	89,2 „
„	ditto . . .	99 „	89 „	90,0 „
„	Hylobetes variegatus	70 „	57 „	81,4 „
„	„ syndactylus	80 „	65 „	81,2 „
„	„ ♀ leuciscus	65 „	55 „	84,6 „

Die Gehirne aller dieser erwachsenen Anthropoiden sind also brachyencephal, am Meisten das Gehirn des Orang; Gorilla, Chimpansé und Hylobates sind wenig von einander verschieden.

Neuerdings ist die hiesige anatomische Anstalt in den Besitz dreier ziemlich gleichalteriger junger Anthropoiden gelangt, bei welchen alle Milchzähne entwickelt, bei dem Chimpansé auch bereits im Oberkiefer linker Seits der erste bleibende Backzahn zum Vorscheine gekommen ist. Der Gorilla ist jedenfalls der jüngste der drei. Die Schädelausgüsse derselben ergeben folgende Maasse:

	Längendurchmesser	Querdurchmesser	Längenbreiten Index
Junger Gorilla	110 mm	88 mm	80,0
„ Chimpansé . . .	110 „	91 „	82,7
„ Orang	98 „	85 „	86,7

Das Resultat ist also dasselbe; alle drei Gehirne sind brachyencephal, das des Orang am Meisten.

Um die geringen Formverschiedenheiten anschaulich zu machen, welche diese drei Gehirne darbieten, gebe ich von den Schädelausgüssen drei mit dem Lucae-Spengelschen Apparat gewonnene geometrische, horizontale und senkrechte Durchschnitts-Zeichnungen, die mit ihren Mittelpunkten übereinander gelegt sind.

Ich hätte gerne auch über die Höhe der Gehirne eine Angabe gemacht; allein bei der Unebenheit der Basis der Ausgüsse ergaben solche Messungen ein zu unsicheres Resultat. Die Höhe betrug bei allen dreien ohngefähr 70 mm., so dass der Längen-Höhen-Index beim Gorilla und Chimpansé etwa 63,6 beim Orang 70,7 sein würde.

Es schien mir von Interesse diese bei den Anthropoiden gewonnenen Resultate über Brachycephalie und Brachyencephalie, auch auf die Schädel und Schädelausgüsse anderer

Affen auszudehnen, und habe ich zu diesem Zweck zunächst nachfolgende Schädel gemessen. Es besass der Schädel:

	Längen-durchmesser	Breiten-durchmesser	Index cephalicus
Eines Cynocephales Maimon .	123 mm	65 mm	52,8
„ „ Sphinx .	120 „	70 „	58,3
„ „ ditto .	127 „	70 „	51,2
„ ditto ? .	130 „	75 „	57,6
„ „ Hamadryas .	140 „	78 „	55,6
„ Macacus cynomolgus .	95 „	55 „	57,9
„ ditto .	91 „	51 „	56,0
„ Jnnuus Jova	81 „	53 „	50,4
„ Jnnuus (?)	81 „	52 „	67,1

Diese Schädel sind also sämmtlich bedeutend dolichocephal weit mehr als die aller Anthropoiden.

Die Schädelausgüsse, welche ich gemessen, sind meisteus nicht von denselben Schädeln. Ich habe dieselben früher von anderen Schädeln, entweder frischen oder trockenen, entnehmen lassen, und sodann wurden die Windungen entweder nach der Natur, oder nach Zeichnungen von Tiedemann oder Gratiolet darauf modellirt. Dabei kann es geschehen sein, dass der Modelleur Etwas von dem Ausguss, besonders in dem Breitendurchmesser abgetragen hat.

Die Maasse dieser Schädelausgüsse betragen:

Schädelausguss	Längen-durchmesser	Breiten-durchmesser	Index cephalicus
Von Macacus nemestr. . .	66 mm	54 mm	81,8
„ „ cynomolg. .	61 „	46 „	75,4
„ Cebus apella	60 „	46 „	76,6
„ „ capucinus . .	57 „	46 „	80,7
„ Ateles Belzebu. . . .	73 „	56 „	76,7
„ Mycetes caraya . . .	59 „	45 „	76,2

Von	Chrysothrix sciurca .	47 mm	33 mm	70,2
„	Jachus rufimanus . .	40 „	35 „	87,5
„	Hapale midas . . .	34 „	25 „	73,5
„	Stenops gracilis . .	28 „	23 „	82,1
„	Stenops turdigradus .	29 „	25 „	86,2
„	Lemur catta	40 „	30 „	75,0
„	Otolicnus crassicaudatus	35 „	25 „	71,4

In dieser Reihe ist die Mehrzahl der Gehirne (8) dolichoencephal, die Minderheit (5) brachyencephal, und wenn wir die drei Anthropoiden-Gehirne hinzunehmen, würden die Zahlen gleich sein. Allein die Zahlen sind hier zufällig und überhaupt zu gering, um einen Schluss aus demselben zu ziehen. Man sieht nur daraus, dass auch bei den dolichoencephalen Gehirnen der Längen-Breiten-Index bedeutend grösser ist, als bei den Schädeln.

Mehr begründet und bedeutend ist wohl das Resultat, dass die Brachyencephalie bei den Affen mit ihrer höheren Stellung zuzunehmen scheint, obgleich Stenops auch da eine bedeutende Ausnahme macht. Ich glaube nicht, dass man daraus folgern kann, dass wenn die Brachyencephalie bei den Affen die höhere Form ist, dieselbe bei dem Menschen die niederere sei. Vielmehr scheint es mir, dass man bei Affen und Menschen zwei, nicht miteinander in Beziehung stehende Typen unterscheiden muss, von welchen die Brachyencephalie sowohl bei Affen als Menschen die höher, die Dolichoencephalie die niedriger entwickelte Stufe bezeichnet. Dass dieses für die verschiedenen Menschenracen im Allgemeinen der Fall ist, ist eine bekannte Thatsache. Allein wie innerhalb der einzelnen Racen der Werth der beiden verschiedenen Formen zu taxiren sei, wird wohl erst aus der gleichzeitigen Berücksichtigung der dritten Dimension des Gehirns, seiner Höhe, und aus der Kenntniss der physiologischen und psychologischen Bedeutung der einzelnen Hirntheile hervorgehen.

In Beziehung auf andere Verschiedenheiten zwischen der Beschreibung des jungen Gorilla-Schädels durch Herrn Virchow und der meinigen will ich nur noch das Verhalten des Nasenfortsatzes des Zwischenkiefers erwähnen.

Professor Turner in Edinburgh hatte angegeben, dass sich beim Gorilla das obere Ende des aufsteigenden Astes des Zwischenkiefers in Form einer dreieckigen Platte, zwischen den Oberkiefer und das Nasenbein lege, und darin eine Aehnlichkeit mit den Cynocephalen, Semnopitheken und Cercopitheken zeige, während bei dem Chimpansé dieser Ast nur die Nasenbeine berühre, ohne sich zwischen dieselben und die Oberkiefer zu drängen. Ich hatte dieser Angabe widersprochen, insoferne bei dem einen der von mir untersuchten Gorilla-Schädel mit doppeltem Nasenbein, der genannte Fortsatz des Zwischenkiefers die Nasenbeine nur eben berühre, genau so wie bei dem Orang und Chimpansé, bei dem zweiten zwar wohl das obere Ende des Fortsatzes eine kleine dreieckige Platte bilde, die sich zwischen Oberkiefer und Nasenbein einschiebe, aber nicht entfernt so weit zwischen beiden in die Höhe ziehe, wie bei Cynocephalus etc.

Herr Virchow nun ist in dieser Frage Herrn Turner beigetreten, indem bei dem von ihm untersuchten Dresdener Schädel sich ein 6 mm hohes, freilich sehr schmales Stück des Nasenfortsatzes des Zwischenkiefers zwischen Nasenbein und Oberkiefer einschiebe, bei dem grösseren Berliner Exemplar aber dieser Fortsatz ungemein breit und kräftig sei, und in dem Niveau des unteren Randes des Nasenbeines eine Breite von 8 mm, und von demselben Niveau an, eine Höhe von 9 mm besitze, bei letzterem überhaupt nach unten zur Seite der Nasenöffnung sich in allmälich abnehmenderer, aber noch immer recht beträchtlicher Breite fortsetze, so dass er in seiner breitesten Partie eine Höhe

von 17 mm besitze. Grössere Fortsätze sieht Herr Virchow auch bei Cynocephalus und Jnnuus nicht.

Ich kann natürlich die Richtigkeit dieser Angaben nicht bezweifeln, und die Fig. 1 bei Herrn Virchow zeigt auch einen, wenn gleich schmalen Fortsatz, wie er an den von mir beobachteten Schädeln sich nicht fand; noch weniger aber passt die Beschreibung des Berliner Schädels auf irgend einen der von mir gesehenen. Ich kann von diesen nur wiederholt versichern, dass sie sich so verhalten, wie ich angegeben und abgebildet habe; auch sind bei denselben die Nasenbeine keineswegs verletzt oder nicht ganz ausgebildet, wie Herr Virchow vermuthet. Bei dem jungen Gorilla-Schädel mit doppeltem Nasenbein, kann von dem betreffenden Fortsatze des Zwischenkiefers gar nicht die Rede sein; er setzt sich einfach an den Winkel zwischen Nasenbein und Oberkiefer mit Nathzacken an, wie beim Chimpansé und Orang. Bei dem zweiten Schädel mit einfachem Nasenbein bildet aber, wie bei dem Berliner Schädel, der untere Theil des Nasenbeins eine fünfeckige Platte und verbindet sich mit dem Oberkiefer so, dass zwischen beiden ein kleines gleichseitiges Dreieck bleibt, dessen Seiten aber nur 5 mm lang sind. In dieses Dreieck setzt sich das obere Ende des Nasenfortsatzes des Zwischenkiefers und füllt dasselbe aus. Ganz genau ebenso verhält sich die Sache bei dem neuerdings in Besitz der hiesigen anatomischen Anstalt gelangten jungen Gorilla, dessen einfaches Nasenbein ausserdem noch eine schwache Spur seiner Zusammensetzung aus zwei Hälften trägt.

Bei einer erneuert vorgenommenen Revision von 12 Affenschädeln der hiesigen zoologischen Sammlung finde ich, dass bei dem Hylobates leuciscus der aufsteigende Fortsatz des Zwischenkiefers das Nasenbein nicht erreicht. Bei einem Gelada-Schädel verhält sich der Nasenfortsatz des Gaumenbeins wie beim Chimpansé und Orang und meinem

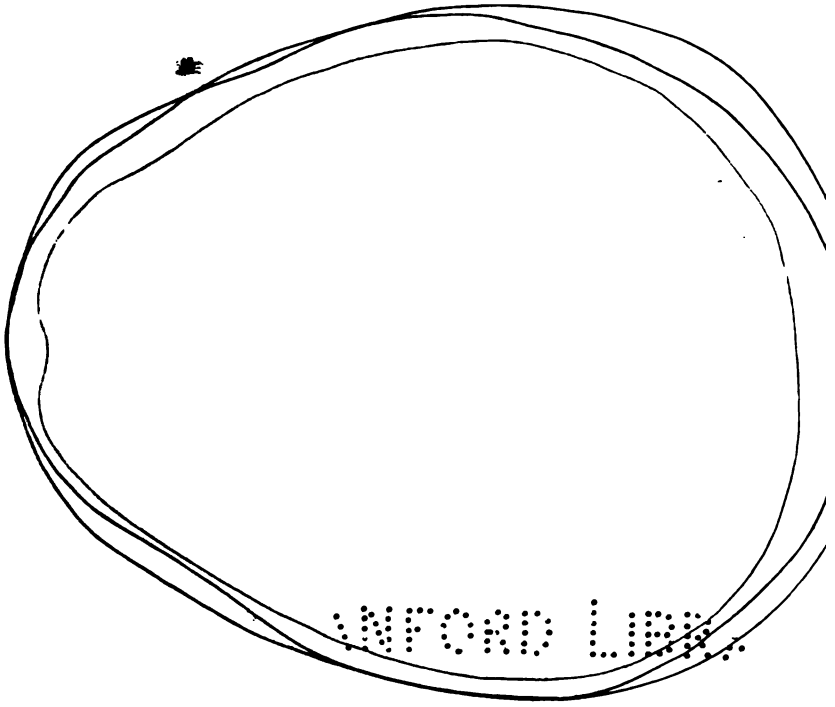
Gorilla mit doppeltem Nasenbein; er reicht nur eben bis zum Nasenbein. Bei einem Jnnuus pileatus verhält sich die Sache wie bei meinem Gorilla mit einfachem Nasenbein. Bei den übrigen ist dieser Fortsatz ansehnlich weit zwischen Nasenbein und Oberkiefer eingeschoben, und damit man den Unterschied zwischen diesem Verhalten und dem bei dem Gorilla mit einfachem Nasenbein richtig würdigen kann, gebe ich ausser dem absoluten Maasse dieses Fortsatzes hier nochmals den Längen- und Breiten-Durchmesser der oben schon erwähnten Schädel in Millimeter:

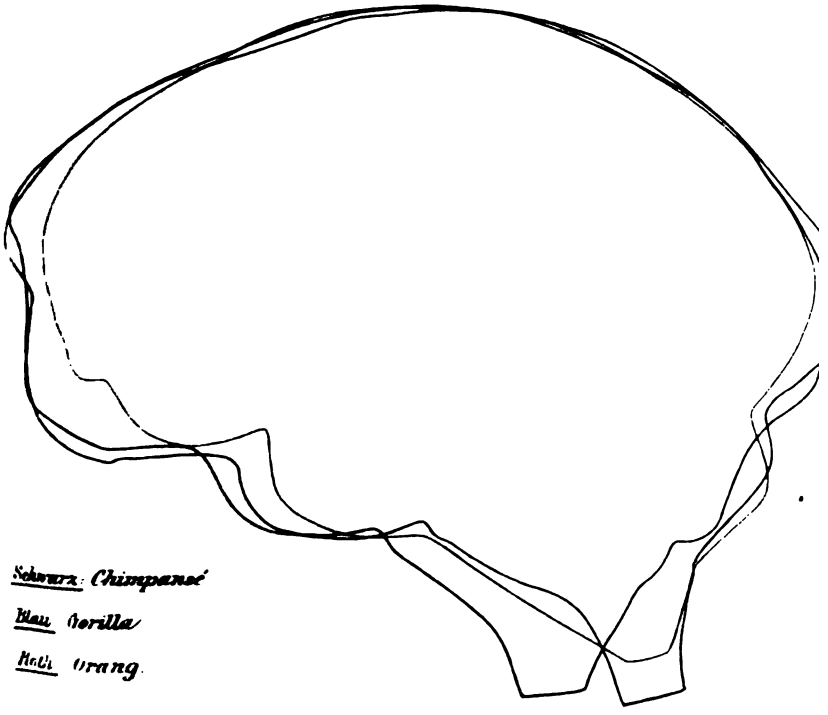
	Längen-durchmesser	Breiten-durchmesser	Höhe des Fortsatzes des Gaumenbeins
Junger Gorilla . . .	123 mm	98 mm	5 mm
Papio ?	130 „	75 „	9 „
Cynocephalus Maimon .	123 „	65 „	13 „
Cynocephalus Sphinx .	120 „	70 „	7 „
Ditto .	127 „	70 „	10 „
Cynocephal. hamadryas	140 „	78 „	8 „
Macacus cynomolgus .	95 „	55 „	6 „
Macacus cynomolgus .	91 „	51 „	10 „
Jnnuus Jova	105 „	53 „	8 „
Jnnuus ?	81 „	52 „	6 „

Ich glaube hienach bei meiner früheren Aussage stehen bleiben zu können, dass sich der Nasenfortsatz des Zwischenkiefers bei den von mir untersuchten jungen Gorilla-Schädeln nicht wie bei anderen Affen, namentlich Cynocephalus Maimon und den meisten Jnnuus, sondern wie bei Orang und Chimpansé verhält, und daher nicht als diagnostisches Unterscheidungsmerkmal zwischen Gorilla einer Seits, und Chimpansé und Orang anderer Seits benutzt werden kann. Daneben aber stelle ich nicht in Abrede, dass sich in Beziehung auf diesen Fortsatz individuelle Verschiedenheiten bei dem Gorilla finden können, wodurch aber die Unbrauch-

barkeit dieses Verhaltens als diagnostisches Kennzeichen nicht aufgehoben wird.

Ganz ebenso verhält es sich vielleicht mit der Gestalt des vorderen Randes der Orbita, welche ich schon beim jungen Gorilla als rundlich viereckig angab, während derselbe bei dem Chimpansé und Orang mehr oval und längsoval sei. Herr Virchow kann obige Bezeichnung bei dem Dresdener Gorilla nicht für passend erachten. Der Rand der Orbita sei bei demselben durchweg gerundet und eine Ecke oben und innen nur angedeutet. Die Höhe, 26 mm, sei grösser als die Breite, 25 mm, der Orbital-Index betrage 104 und der kindliche Gorilla-Schädel sei also hypsikonch. Während ich letzterer Angabe für meinen älteren Gorilla-Schädel beitreten kann, denn seine Orbital-Oeffnung ist 33 mm breit und 31 mm hoch, also der Index = 106.4, muss ich bei der Bezeichnung: rundlich viereckig: bleiben, weil nicht nur der obere innere Rand, sondern alle vier eckig ausgebuchtet erscheinen. Der Orbitalrand des anderen Gorilla hat einen Index von 100, ist aber auch nicht vollkommen rund. Ich beharre aber desswegen auf dieser Bezeichnung, weil sie einen differential diagnostischen Werth für den jungen Gorilla-Schädel von dem des Chimpansé und Orang hat, bei welchen die Orbitalränder entschieden oval und längsoval sind. Denn bei jenen hat er bei einem Exemplar einen Index von 116.6, bei einem andern sogar von 130; und bei dem Orang einen solchen von 124. Aus den Mittheilungen des Herrn Virchow geht allerdings hervor, dass in noch grösserer Jugend die Orbital-Oeffnung auch des Gorilla noch rundlicher und daher menschenähnlicher ist.





Schwarz: Chimpansé

Blau Gorilla

Roth Orang.

Herr v. Nägeli legt eine Abhandlung vor:

„Ueber das Wachsthum der Stärkekörner durch Intussusception".

In Nr. 12 der botanischen Zeitung vom Jahr 1881 ist von Hr. A. F. W. Schimper ein Angriff auf die Lehre, dass die Stärkekörner durch Intussusception wachsen, gemacht und dieselbe nach seiner Meinung auch vollständig widerlegt worden. Obgleich ich als Urheber der vermeintlichen Irrlehre zunächst bei der Sache betheiligt scheine, so würde ich, meiner Gewohnheit treu bleibend, mich nicht zu einer Gegenäusserung veranlasst gesehen haben, wenn nicht Anfragen und Aufforderungen und zwar von sehr achtbaren Seiten mich dazu veranlasst hätten, mit dem Hinweise darauf, wie wichtig die allgemeine Theorie des Wachsthums organisirter Gebilde für viele andere Forschungen sei, und dass der Versuch zur Wiederherstellung der alten Appositionstheorie ziemliches Aufsehen errege.

Zunächst darf ich wohl eine Bemerkung über meine eben erwähnte Gewohnheit machen; sie wird zugleich als passende Einleitung zu der Gegenkritik dienen. Die Botanik ist noch weit davon entfernt, eine exacte Wissenschaft zu sein; einige Disciplinen, die der experimentellen Behandlung fähig sind, machen zwar eine vortheilhafte Ausnahme. Im Uebrigen aber hält man es für zulässig, namentlich die Physiologie in der Art zu behandeln, dass man unmittelbar aus morphologischen Beobachtungen Schlüsse zieht, ohne

die physiologischen Grundlagen, auf denen sie aufgebaut werden sollten, zu berücksichtigen, oft selbst ohne diese Grundlagen überhaupt zu kennen.

In Folge dessen können wir die Veröffentlichungen in der periodischen botanischen Presse, wozu namentlich auch die vielen Vereinsschriften gehören, in zwei Kategorien theilen. Unter der Unzahl von Artikeln sind es eigentlich nicht sehr viele, die die Wissenschaft wirklich fördern. Die anderen enthalten theils unkritische Meinungen von sehr relativem Werth, theils Beobachtungsthatsachen und Thatsächelchen, die jeder, der darauf ausgeht, in Hülle und Fülle auffinden kann, und die, weil mit dem bisherigen Wissen nicht in gehörige Beziehung gebracht, ebenfalls nur einen sehr relativen Werth besitzen. Ich halte nun die zweite Kategorie von Publikationen nicht für unnütz; sind dieselben im Allgemeinen auch dilettantenhaft, so bekunden und unterhalten sie doch die Theilnahme an wissenschaftlichen Dingen in weiteren Kreisen. Aber sie verbreiten fast ebenso viel Irrthum als Wahrheit und dienen jedenfalls nicht dazu, das Ansehen der Wissenschaft zu erhöhen.

Ein unbestrittenes Ansehen wird die Botanik erst gewinnen, wenn das Bewusstsein allgemeiner wird, dass eine Meinung oder eine Theorie nur dann Anspruch auf Berechtigung machen kann, wenn sie allen bekannten Thatsachen genügt, und dass sie durch eine einzige widersprechende Thatsache, wenn dieselbe auch weit abliegt und möglicher Weise einer anderen Wissenschaft angehört, als zweifelhaft oder unrichtig hingestellt wird, — dass ferner eine Beobachtungsthatsache ihren wissenschaftlichen Werth erst durch die logische Verknüpfung mit allen anderen Thatsachen und Gesetzen erlangt, und dass sie ohne diese Verknüpfung als sogenanntes „schätzbares Material für spätere Forscher" so gut als werthlos ist, weil gewöhnlich nur diejenige Beobachtungsthatsache sich als wissenschaftlich brauchbar er-

weist, welche mit bestimmten theoretischen Vorstellungen gewonnen, mit Rücksicht auf dieselben und das ganze bisherige Wissen controlirt und wo möglich mit passenden Versuchen verglichen wird.

Ein unbestrittenes Ansehen wird sich also unsere Wissenschaft erst erringen, wenn wenigstens die ernsthafteren Vertreter derselben sich entschliessen, das Beispiel der Physiker nachzuahmen und sowohl in den morphologischen Dingen als in allen Gebieten der Physiologie eine streng kritische und exacte Methode zu befolgen, — und wenn ferner ein angesehenes Organ sich die Aufgabe stellt, nicht nur die morphologischen, sondern auch die physiologischen Artikel einer strengen Prüfung zu unterwerfen und ungenaue Arbeiten entweder zurückzuweisen oder doch auf die hauptsächlichsten Irrthümer derselben hinzudeuten. Ein solches Organ, das überdem es unternimmt, stets alle wirklichen Errungenschaften auf dem exacten Felde der Wissenschaft zusammenzufassen und die verfehlten Versuche entweder ausdrücklich oder stillschweigend zu beseitigen, macht sich immer mehr als ein wirkliches Bedürfniss fühlbar und wird früher oder später in irgend einer Form gewiss auch ins Leben treten. Dasselbe wird besonders für die Verbreitung wissenschaftlicher Wahrheit in weiteren Kreisen und Bewahrung vor Irrthümern sehr wohlthätig wirken, da jetzt in dem Widerstreite berechtigter und unberechtigter Meinungen nur der Eingeweihte ein Urtheil hat.

Für den Fortschritt der Pflanzenphysiologie als interne Wissenschaft sind allerdings unkritische Meinungen und unexacte Arbeiten unschädlich. Denn derjenige, der berufen ist, die Wissenschaft um einen Schritt vorwärts zu bringen, wird immer wieder an die lauteren Quellen gehen und auf den feststehenden Grundlagen weiter bauen. Dies ist der Grund, warum ich, wie noch mancher Forscher, gewöhnlich irrthümliche Behauptungen, auch wenn

sie gegen meine Arbeiten gerichtet sind, unbeantwortet lasse. Sie verfallen mit der Zeit von selbst der Vergessenheit.

Das Gebiet der Physiologie, in welchem am meisten gegen die strengen Forderungen der Wissenschaft gesündigt wird, ist die Molekularphysiologie. Auf diesem Gebiet hält man ziemlich allgemein jede Meinung für erlaubt, ohne lange zu fragen, ob sich dieselbe mit den chemischen, physikalischen und mechanischen Gesetzen vertrage oder nicht. Ein solches unkritisches Verfahren muss auch dem angeführten Schimper'schen Aufsatz vorgeworfen werden. Demselben giengen morphologische Beobachtungen voraus,[1]) welche sehr werthvolle neue Thatsachen zu Tage förderten, und durch welche sich der Verfasser dann zu einer neuen Theorie des Wachsthums berechtigt glaubte. Die Beziehungen zwischen den neuen morphologischen Beobachtungen und der neuen physiologischen Theorie sind aber nicht etwa derart, dass jene unmittelbar auf diese hinweisen würden. Dagegen wäre allerdings Veranlassung zu der Erwägung geboten gewesen, ob die Lehre von dem Wachsthum durch Intussusception irgend einer Modification, einer Erweiterung oder Beschränkung bedürftig geworden sei.

Der Verfasser geht aber viel energischer in's Zeug; aus der Beobachtung, dass den excentrisch gebauten Stärkekörnern auf der Seite der grössten Wachsthumszunahme ein Plasmakörper aufgesetzt ist, und aus der ferneren Beobachtung, dass auf alten corrodirten Körnern neue geschichtete Stärkemassen auftreten, entnimmt er den vollgültigen Beweis, dass das Wachsthum durch Auflagerung an der Oberfläche geschehe, — so dass bloss noch die Aufgabe bestehe, den Vorgang dieses Wachsthums zu erklären.

---

1) Untersuchungen über die Entstehung der Stärkekörner. Bot. Zeit. 1880.

Ein solches Verfahren ist charakteristisch für die Kurzsichtigkeit ausschliesslicher morphologischer Anschauung, welche stets die nächstliegende physiologische Möglichkeit für erwiesene Nothwendigkeit hält. Es muss doch einer besonnenen Logik klar werden, dass das Aufsitzen eines Plasmakörpers an einer bestimmten Stelle bloss über die Richtung des Wachsthums, nicht aber über die Art und Weise desselben entscheidet, und dass, wenn anderweitige Thatsachen und Erwägungen die Intussusception verlangen, aus der Beobachtung des Verfassers über das Weiterwachsen corrodirter Körner bloss zu folgern ist, es könne unter bestimmten Umständen das Intussusceptionswachsthum, statt in der früheren Weise sich fortzusetzen, in neuer Form beginnen, wie dies bei der Membranbildung als Ausnahmsfall schon lange angenommen werden muss. Diese zwei Folgerungen sind, wie mir scheint, so selbstverständlich, dass es überflüssig ist, sie näher zu begründen. Ich werde übrigens später hierauf zurückkommen.

Die Frage, ob die Stärkekörner durch Auflagerung oder durch Einlagerung wachsen, muss also nach wie vor durch die unbestreitbaren Thatsachen entschieden werden, dass in dem anfänglich dichten Korn ein weicher Kern und späterhin in den auf eine gewisse Mächtigkeit angewachsenen dichten Schichten je eine weiche Schicht eingeschaltet wird. Diese Thatsachen waren für mich seiner Zeit die Grundlage der Intussusceptionstheorie, durch die sie auch vollständig erklärt werden. Dieselben gelten auch dem Verfasser als unbestritten; er versucht aber das Unmögliche, indem er sie aus der Apposition ableiten will. Die Streitfrage reduzirt sich also auf eine mechanisch-physiologische Aufgabe, — und der zweite Aufsatz des Verfassers beschäftigt sich denn auch vorzugsweise mit diesem molekular-mechanischen Problem.

Um eine bestimmte mechanische Aufgabe zu lösen, muss man die Lage der Körper und die Kräfte, die auf sie einwirken, kennen. Beim Wachsthum der Stärkekörner treten Lageveränderungen von Substanztheilchen und Wassermolekülen ein; man muss also eine bestimmte Vorstellung von der sich bildenden Anordnung der Substanz und des Wassers, sowie von den zwischen beiden bestehenden Kräften haben. Ohne eine solche Vorstellung kann von einem mechanischen Problem überhaupt nicht die Rede sein.

Was meine Theorie der Intussusception betrifft, so nahm ich an, dass das Stärkekorn aus unsichtbar kleinen Theilchen (jetzt Micelle genannt) bestehe, die von krystallinischer Beschaffenheit sind und wie Krystalle wachsen, und die im imbibirten Zustande an der ganzen Oberfläche sich mit Wasser benetzen, indem sie bis auf eine geringe Entfernung eine grössere Anziehung zu Wasser, darüber hinaus aber eine grössere Anziehung zu Substanz geltend machen. Diese Annahmen waren nicht willkürlich gewählt, sondern durch bestimmte Thatsachen dargeboten, und aus ihnen ergaben sich folgerichtig die verschiedenen Eigenschaften organisirter Substanzen, sowie auch das Wachsthum durch Intussusception und die Mechanik desselben bei den Stärkekörnern.

Was die neue Theorie der Apposition betrifft, so äussert sich der Verfasser über die Grundlagen seiner mechanischen Betrachtungen gar nicht, — und es ist mir selbst zweifelhaft, ob er über dieselben überhaupt eine bestimmte Ansicht habe. Da er den ganzen mechanischen Theil seiner Theorie meiner Schrift über die Stärkekörner entlehnt, so erhielt ich durch den ersten Theil des Aufsatzes die Meinung, dass er von der Micellartheorie ausgehe, denn die mechanische Ausführung gilt nur für micellösen Aufbau und hat für eine andere Beschaffenheit der Substanz keinen vernünftigen Sinn. Aber diese Meinung

wurde durch später folgende Bemerkungen wieder wankend. Die Terminologie giebt keinen Aufschluss, indem die nächsten Bestandtheile der Stärkekörner und somit die Elemente der mechanischen Betrachtung mit dem Namen „Moleküle" bezeichnet werden, ein Ausdruck, der offenbar aus meiner Schrift über die Stärkekörner mit herüber gekommen ist.

Die Moleküle oder Molekeln waren vor mehr als 20 Jahren, als ich über die Stärkekörner schrieb, nach dem Sprachgebrauch der Physiologen die Theilchen der organisirten Körper und identisch mit den jetzigen Micellen. Erst später hat die Chemie die Benennung Moleküle für die früheren „zusammengesetzten Atome" angenommen, wodurch der Sprachgebrauch der Physiologen unhaltbar wurde. Wenn der Physiologe jetzt von Stärkemolekülen spricht, so versteht er darunter die Moleküle der Chemie; und die grosse Mehrzahl der Leser dürfte mit den „Molekülen" des Verfassers den nämlichen Begriff verbunden haben.

Wenn also der Verfasser nicht die chemischen Moleküle meinte, so hätte er es zur Aufklärung des Lesers sagen sollen. Dass er aber die chemischen Moleküle nicht meinen konnte, geht unwiderleglich aus der mechanischen Ausführung hervor, denn diese passt nur für die Micelle. Aus benetzten Stärkemolekülen der Chemie käme nicht einmal eine dichte Stärkesubstanz, wie sie alle Stärkekörner besitzen, zu Stande, sondern immer nur eine sehr wasserreiche Masse. — Somit muss ich die „Moleküle" des Verfassers für Micelle halten, wenigstens soweit es die mechanische Ausführung betrifft, und ich werde auch für die folgende Besprechung die Micellartheorie um so mehr als zu Recht bestehend betrachten, als sie die einzig mög-liche ist.

Gehen wir zu der mechanischen Theorie selbst über, so hat, wie schon gesagt, der Verfasser dieselbe unverändert meiner Abhandlung entnommen, bis auf diejenigen Entwickelungen, welche mit seiner Meinung über das Wachs-

thum sich nicht vereinen lassen. Diese erklärt er sämmtlich für unbestimmt, unklar, unverständlich, und da er vielleicht fühlt, dass ein solches Verfahren doch nicht ganz unbedenklich ist, so sagt er, es sei Sachs ebensowenig gelungen, dieselben zu verstehen, so dass dadurch meine Schreibweise wenigstens bezüglich jener Abhandlung in einem wenig vortheilhaften Lichte erscheint.

Gegen diese Ausstellung darf ich vielleicht pro domo bemerken, dass mir sonst nicht gerade Unklarheit vorgeworfen wird, und dass ich, ehe ich veröffentliche, mir die Mühe nehme, die betreffende Sache wo möglich von allen Seiten anzusehen und darüber vollkommen ins Reine zu kommen. Ferner, dass Sachs nur bei einem ganz speziellen Punkt, nämlich bei der Kerntheilung, sich äussert, es sei ihm „meine Ansicht von der Ursache dieser Erscheinung nicht ganz klar geworden", — was wohl daher kommt, dass ich das genannte Problem, weil die Ausführung im Einzelnen verschiedene Möglichkeiten darbietet, nur ganz allgemein behandelt habe, und dass der Verfasser eines Handbuches sich nicht bei jedem einzelnen Gegenstand, wenn derselbe nicht von hervorragender Bedeutung ist, lange aufhalten kann.

Eine andere Pflicht liegt freilich dem Monographen ob, der eine bestehende allgemeine Theorie durch eine andere ersetzen will. Derselbe sollte sich die Mühe geben, die bisherige Theorie zu verstehen, und bedenken, dass mechanische Probleme ohne eine unleidliche Breite nicht so leicht verständlich zu machen sind wie etwa eine morphologische Beschreibung, und dass daher dem Leser immer noch eigenes Nachdenken zugemuthet werden muss. Er sollte ferner berücksichtigen, dass aus einem zusammengehörigen System von mechanischen Folgerungen nicht einfach und ohne Begründung die eine Hälfte angenommen, die andere zurückgewiesen werden darf. Der Schluss seines

Artikels, von dem ich ebenfalls am Schlusse sprechen werde, zeigt freilich, dass der Verfasser auch über die von ihm als richtig angenommene Hälfte nicht zum klaren Verständniss gelangt ist.

Wie bereits bemerkt muss die Thatsache, dass in dem kleinen dichten Stärkekorn und in den dichten Schichten der grösseren Körner sich eine weiche Masse ausscheidet, den Ausgangspunkt für jede Theorie des Wachsthums bilden. Dies anerkennt auch der Verfasser, sagt aber, dass jene Thatsache durch längst bekannte physikalische Eigenschaften der Stärkekörner erklärt werde und formulirt dann diese Eigenschaften und die Folgerungen daraus in einer Weise, die mir nicht annehmbar erscheint.

Die erste Behauptung betrifft die Cohaesion und Dehnbarkeit der Stärkesubstanz. Bei Anwendung von Druck sollen sich in den Stärkekörnern nur radiale, die Schichten rechtwinklig durchbrechende und keine tangentialen, mit den Schichten parallelen Risse bilden, selbst „wenn die Stärkekörner auf das Mehrfache ihrer Durchmesser durch Druck ausgedehnt werden.“ Daraus wird geschlossen, dass „die Cohaesion des Stärkekorns in der tangentialen Richtung sehr gering, in der radialen hingegen sehr gross sei; dass die Substanz in letzterer Richtung sehr dehnbar sei, während Dehnbarkeit in tangentialer Richtung vollständig zu mangeln scheine.“

Bezüglich dieser auffallenden Meinung ist der Leser natürlich sehr gespannt darauf, durch welche Structur ein so gearteter Gegensatz zwischen radialer und tangentialer Richtung zu Stande komme. Denn nach den vorliegenden Thatsachen erwartet man das Gegentheil, nämlich eine schwächere Cohaesion in radialer Richtung, weil in dieser Richtung die alternirend wasserreichen Schichten dem Zug nur einen sehr geringen Widerstand darbieten. Die Neugierde bleibt aber unbefriedigt, denn eine Erklärung wird weiter nicht versucht.

Indessen ist die Basis selbst, auf welcher die Meinung beruht, nicht solid. Uebt man auf ein in Wasser liegendes Stärkekorn einen Druck aus, so sieht man allerdings nur radiale Risse, woraus indessen nicht folgt, dass die tangentialen mangeln. Man stelle sich einmal die Frage, wie denn tangentiale Risse zur Ansicht kommen können. Man sieht dann leicht ein, dass Risse, die mit den Schichten parallel gehen, gar nicht sichtbar sind. Die radialen Risse werden sehr deutlich, weil sie unter dem Auge des Beobachters senkrecht stehen und die dichten Schichten durchbrechen, weil sie somit auf eine beträchtliche Höhe den Gegensatz zwischen Wasser und dichter Substanz zeigen. Die tangentialen Risse dagegen können, auch wenn sie vorhanden sind, nicht gesehen werden, theils weil sie die Gestalt der Oberfläche eines stark zusammengedrückten Ellipsoids besitzen und demnach nur auf eine geringe Höhe sich in senkrechter Lage befinden, — theils aber namentlich desswegen, weil sie innerhalb der weichen Schichten auftreten, und weil ein mit Wasser gefüllter Riss von der weichen wasserähnlichen Substanz nicht unterschieden werden kann.

Man könnte nun meinen, — und darauf deutet auch eine Bemerkung des Verfassers, — dass, wenn durch Druck sich zugleich radiale und tangentiale Risse bildeten, die Substanz des Stärkekorns in viele Stücke zerfallen müsste. Dass dies aber nicht der Fall sein kann, ergiebt sich einfach aus einer genauen Erwägung der Sachlage. Bei einseitigem Druck bilden sich natürlich nur solche radiale Risse, deren Fläche mit der Richtung des Druckes parallel geht, wodurch die Substanz des Korns in Kugelsectoren oder Kugelkeile (mit kugelzweieckiger Grundfläche) zerfällt; und diese Kugelsectoren zerfallen ferner durch die tangentialen Risse in concentrische, bandförmige Schalen. Zu einem Ablösen von Stücken ist also bei vorsichtigem

rucke auch bei Anwesenheit von tangentialen Rissen ine Veranlassung geboten.

Wir fragen uns ferner, was müsste geschehen, wenn e Stärkekörner einer Gestaltsveränderung, bei welcher die nen Durchmesser sich auf das Mehrfache verlängern, diglich durch Dehnbarkeit ihrer Substanz in radialer ichtung, wie der Verfasser behauptet, genügen wollten. ffenbar müssten Verschiebungen der Micelle stattfinden; enn wir könnten nicht annehmen, dass dieselben in radialer ichtung einfach auseinander weichen, und dass die Zwischenäume sich mit Wasser füllen, weil ja damit die Elastizitätsrenze weit überschritten und die Cohaesion in dieser ichtung ganz aufgehoben würde. Wenn aber eine Verchiebung der Micelle aus der tangentialen in die radiale nordnung möglich ist, warum kann nicht auch das Umekehrte stattfinden, da doch annähernd die nämlichen Mokularkräfte überwunden werden müssten; warum bilden ch radiale Risse, statt dass eine Verschiebung aus der dialen in die tangentiale Anordnung eintritt?

Nach meiner Ansicht entstehen, wenn man einseitigen ruck auf die Stärkekörner einwirken lässt, sowohl tanentiale als radiale Risse. Daraus lässt sich sohin kein chluss auf ungleiche Cohaesion und Dehnbarkeit in verschienen Richtungen ziehen. Aus anderweitigen Gründen müssen ir die Cohaesion des ganzen Korns in radialer Richtung ür geringer halten als diejenige in den tangentialen Richtngen (wegen der abwechselnden dichten und weichen chichten), die Cohaesion der einzelnen Schichten aber, enigstens der dichten Schichten, in radialer Richtung für rösser als diejenige in den tangentialen Richtungen, weil jener weniger Wasser zwischen die Micelle eingelagert st als in diesen.

Man könnte auch anzunehmen geneigt sein, dass bei er Einwirkung von Druck auf die Stärkekörner in den

weichen Schichten sich keine Risse bilden, sondern dass ihre Substanz dehnbar sei und wie eine halbflüssige Masse dem Drucke folge. Diese Annahme würde in den Vorstellungen, die sich uns bezüglich der Eigenschaften der dichten Schichten aus den Thatsachen ergeben, nichts ändern; für sie darf eine bemerkbare Dehnbarkeit in irgend einer Richtung nicht vorausgesetzt werden. Aus verschiedenen Gründen ist es mir aber viel wahrscheinlicher, dass die weichen Schichten nicht eine halbflüssige und schleimige, sondern eine gallertartigbrüchige Consistenz besitzen.

Eine andere Behauptung des Verfassers, die ich ebenfalls nicht als richtig anerkennen kann, betrifft die Entstehung der weichen Partieen des Stärkekorns durch mechanische Aktion. Die Behauptung ist aus zwei wesentlichen Missverständnissen entsprungen, von denen das eine die Quellung, das andere die Wirkung des Zuges betrifft. Um das erstere Missverständniss aufzuklären, muss ich zunächst an das Verhalten der Stärkesubstanz, wie ich es schon in meiner ersten Abhandlung auseinander gesetzt habe, erinnern.

Die Stärkekörner sind in der Pflanze mit Wasser durchdrungen; sie verlieren dasselbe zum grossen Theil beim Austrocknen an der Luft, und nehmen es beim Wiederbefeuchten wieder auf: sie imbibiren sich, wie der technische Ausdruck lautet. Lässt man auf die Stärkekörner erhöhte Temperatur oder gewisse chemische Mittel oder bestimmte mechanische Eingriffe einwirken, so nehmen sie mehr Flüssigkeit auf, als sie im imbibirten Zustande enthalten; sie quellen auf und verwandeln sich in Kleister. Beide Vorgänge sind wesentlich verschieden, obwohl sie häufig unrichtiger Weise als Quellung zusammengeworfen werden. Die Imbibition oder Durchdringung, die man auch als natürliche Quellung bezeichnen könnte,

lässt die Organisation des Stärkekorns in der unveränderten Beschaffenheit, die es in der Pflanze besitzt. Bei der künstlichen Quellung oder Verkleisterung findet eine Veränderung der ursprünglichen Organisation, eine Desorganisation statt, welche nach der Micellartheorie in einem Zerfallen der grösseren Micelle in kleinere besteht. Ich habe bisher die beiden Vorgänge gewöhnlich als Imbibition und Aufquellung unterschieden.

Der Verfasser betrachtet die natürliche und die künstliche Quellung als den nämlichen Vorgang; dagegen scheint er zwischen der (natürlichen und künstlichen) Quellung einerseits und der Verkleisterung anderseits einen Unterschied zu machen. Denn er sagt, Nägeli und Schwendener hätten das Aufquellen der Stärkekörner durch mechanische Eingriffe beobachtet (Mikroskop 2. Aufl. S. 433); nach W. Nägeli sei dieses Aufquellen als ein geringer Grad der Verkleisterung anzusehen. — Letzterer hatte die Erscheinung untersucht und ihr diesen Namen gegeben; sie gieng dann unter der synonymen Benennung Aufquellen in das „Mikroskop" über. Denn worin eine Verschiedenheit zwischen künstlicher Quellung und Verkleisterung bestehen sollte als allenfalls im Grad, indem letztere meistens höhere Grade der Aufquellung darstellt, weiss ich in der That nicht.

Beim Wachsthum des Stärkekorns kommt, wovon später die Rede sein wird, ein Zug zu Stande, der sein Volumen auszudehnen bestrebt ist, und in den kleinen kugeligen Körnern am stärksten auf das Centrum, in den dichten Schichten grösserer Körner am stärksten auf die Mitte jeder Schicht wirkt. Nach dem Verfasser soll diese mechanische Aktion der Zerrung das Aufquellen der dichten Substanz zu einer weichen Masse verursachen. Dabei sagt er mit gesperrter Schrift, es könne der Zug nicht „die Bildung von parallel den Schichten verlaufenden Spalten, wie Nägeli es annimmt", bewirken. Mit diesen Worten ist

meine Theorie so ungenau als möglich wiedergegeben, und der Leser, dem meine Darstellung unbekannt ist, würde eine ganz verkehrte Meinung davon bekommen. Ich brauchte wohl den Ausdruck „spaltenförmige weiche Schicht" und „mit weicher Substanz gefüllte Spalte" als Bild, gab aber deutlich an, wie ich mir deren Entstehung vorstelle, nämlich als eine allmähliche Einlagerung neuer kleiner mit Wasser umhüllter Micelle an den Stellen der grössten negativen Spannung. Dies ist doch etwas ganz Anderes als das Zerreissen der Substanz, als die Spalten- und Rissebildung im gewöhnlichen Sinne des Wortes; es ist zugleich die gelindeste Reaction auf einen sich successiv steigernden Zug, während der Verfasser eine viel heftigere Wirkung desselben, nämlich die Desorganisation der Substanz, welche in einer Zerreissung der Micelle besteht, annimmt.

Kern und weiche Schichten der Stärkekörner bestehen nach der Meinung des Verfassers aus künstlich aufgequollener, gleichsam verschleimter Masse, oder mit andern Worten aus einem dünnen Kleister. Nach meiner Darstellung dagegen stimmt die Substanz des Kerns und der weichen Schichten mit der kleisterartig aufgequollenen (ursprünglich dichten) Stärkesubstanz nur im Wassergehalt überein; beide sind aber darin wesentlich verschieden, dass in der ersteren die auf natürlichem Wege entstandenen Micelle eine bestimmte regelmässige Anordnung zeigen, indess in der zweiten die Bruchstücke grösserer Micelle unregelmässig durcheinander liegen.

Dies ist zwar noch bloss ein theoretischer Unterschied, der sich aus den Ursachen, die nach der Micellartheorie wirksam werden, ergiebt; derselbe lässt sich aber auch durch Beobachtung nachweisen. Dass beim künstlichen Aufquellen die Micelle in Unordnung gerathen, ergiebt sich aus dem Umstande, dass ein durch Hitze oder Kalilösung etwas kleisterartig gequollenes, aber noch ziem-

lich dichtes Stärkekorn die doppelbrechenden Eigenschaften verloren hat. Besonders wichtig ist ferner das Verhalten der Stärkesubstanz zu einigen Farbstoffen, welches einerseits das Nämliche beweist, anderseits auch wahrscheinlich macht, dass die weichen Schichten nicht aus künstlich aufgequollener Masse bestehen.

Dieses Verhalten war von W. Nägeli (Beiträge zur näheren Kenntniss der Stärkegruppe) beobachtet worden; derselbe fand, dass ganze Stärkekörner und der unveränderte Theil von zerschnittenen oder durch Druck zerrissenen Körnern von Lakmus, Anilinroth, Alizarin und dem Farbstoff des Campecheholzes nicht gefärbt werden, während Stärkekleister und die durch die mechanische Action aufgequollene Partie der zerschnittenen und zerrissenen Körner sich färben. Die Resistenz gegen die Farbstoffeinlagerung, welche der unveränderten Stärkesubstanz zukommt, muss also in der natürlichen Anordnung der Micelle begründet sein. Und da die Färbung bei solchen Versuchen sich niemals über die aufgequollene Substanz hinaus in die weichen Schichten hinein fortsetzt, so schliesse ich daraus, dass die letzteren nicht, wie der Verfasser annimmt, aus einer durch mechanische Aktion aufgequollenen und desorganisirten Substanz bestehen können.

Da übrigens das Verhalten der Farbstoffe von dem Verfasser noch für eine anderweitige Theorie, die mir unhaltbar scheint, benutzt wird, so habe ich dasselbe einer erneuerten Untersuchung unterworfen. Aus den Beobachtungen von W. Nägeli geht nämlich bloss hervor, dass die natürliche (unveränderte) Stärkesubstanz durch die genannten Farbstoffe sich nicht färbt, was unter Anderem auch so ausgedrückt wird, dass die letzteren nicht eindringen. Der Verfasser hat nun dieses „Eindringen" in allzu wörtlichem Sinne aufgefasst, obgleich die ganze Beschreibung zeigt, dass es sich nur um die Beobachtung von

Färbung, also von Aufspeicherung des Farbstoffes handelte. Es wäre ja möglich, dass die Farbstoffe mit dem Wasser wohl in geringer Menge eindrängen, aber nicht eingelagert würden. Mit dem Umstande, dass die Stärkekörner im Gegensatze zu den Zellmembranen und den Proteinkrystalloiden „für Lösungen organischer Farbstoffe ganz undurchdringlich sind", will der Verfasser später die Annahme rechtfertigen, dass die Stärkekörner auch für die gelöste Verbindung, aus welcher ihre Substanz sich aufbaut, nicht durchdringlich seien.

Die neuen Untersuchungen über das Färben der Stärkekörner wurden bloss mit den käuflichen Anilinfarbstoffen angestellt. Dieselben ergaben zunächst eine fast verwirrende Mannigfaltigkeit der Erscheinungen, welche indess nach verschiedenen Abänderungen der Versuche eine bestimmte Gesetzmässigkeit erkennen und in folgende allgemeine Thatsachen sich zusammenfassen lassen:

I. Anilinviolett, Anilinroth, Anilinbraun und Anilingelb, in Wasser gelöst, färben sowohl die natürlichen (unveränderten) als die aufgequollenen Stärkekörner intensiv.

II. Werden die durch Anilinviolett oder Anilinroth intensiv gefärbten Stärkekörner in mehr oder weniger verdünntes Glycerin allein oder auch in solches, das die nämliche Anilinfarbe gelöst enthält, gelegt, so entfärben sich die natürlichen Körner vollständig, indess die aufgequollenen Körner eine schwache Färbung behalten.

III. Bringt man farblose Stärke in mehr oder weniger verdünntes Glycerin, in welchem Anilinviolett oder Anilinroth gelöst ist, so bleiben die natürlichen Körner ungefärbt, während die aufgequollenen sich schwach färben.

IV. Anilinblau und Anilinschwarz, in Wasser gelöst, färben die natürlichen Stärkekörner gar nicht, indess die aufgequollenen Körner schwach gefärbt werden.

V. Wird die Lösung von Anilinblau in Wasser mit verdünnter Salzsäure oder Salpetersäure versetzt, so färben

sich darin sowohl die natürlichen als die aufgequollenen Stärkekörner intensiv.

Fragen wir uns nach den Ursachen dieser verschiedenen Erscheinungen, so ist zunächst zu entscheiden, ob in den Fällen mangelnder Färbung der gelöste Farbstoff nicht in die Stärkesubstanz eindringe, oder ob er in dieselbe eindringe, aber von ihr dem Lösungsmittel nicht entzogen und eingelagert werde. Ich halte es für ganz unzweifelhaft, dass Letzeres der Fall ist, dass also die gelösten Anilinfarbstoffe immer in die imbibirten Stärkekörner hineindiffundiren. Denn es ist doch nicht wahrscheinlich, dass von so nahe verwandten Verbindungen die einen vom Wasser hineingeführt werden, die anderen nicht (I, IV), dass die nämliche Verbindung mit Wasser hineingehe, mit Wasser und Glycerin aber nicht (I, III), oder dass sie mit angesäuertem Wasser eindringe, mit Wasser allein dagegen nicht (IV, V). Ferner ist wohl unbedingt anzunehmen, dass, wenn ein Lösungsmittel (wasserhaltiges Glycerin) einen Farbstoff aus dem Stärkekorn herausführt, das nämliche denselben auch hineinführen kann (II, III). Endlich kommt noch der wichtige Umstand in Betracht, dass unverholzte Zellmembranen sich oft analog verhalten wie die natürlichen Stärkekörner, dass sie sich nämlich mit Anilinviolett und Anilinroth färben, nicht aber mit Anilinblau. Letzteres dringt aber gleichwohl in diese Membranen ein, was deutlich durch den Umstand dargethan wird, dass dasselbe das Plasma und besonders den Zellkern in geschlossenen (unverletzten) Zellen färbt.

Wir müssen also annehmen, dass die Farbstoffe mit dem Lösungsmittel in geringer Menge in die Stärkesubstanz eindringen, und dass sie von dieser bald gar nicht, bald in geringer, bald in grösserer Menge eingelagert werden. Ob das Eine oder Andere geschehe, hängt offenbar von zwei Ursachen ab, 1) von der Verwandt-

schaft des Farbstoffes zur Stärke einerseits und zum Lösungsmittel anderseits, 2) von der besonderen Micellarconstitution der Stärkesubstanz und der dadurch bedingten dynamischen Wirkungen. Je nach der Beschaffenheit dieser Anziehungen bleiben die Farbstoffmoleküle entweder gelöst in der Imbibitionsflüssigkeit, oder sie werden derselben entzogen und an die Stärkemicelle angelagert; im letzteren Falle wird je nach der Stärke der Anziehung mehr oder weniger Farbstoff in der Substanz aufgespeichert.

Dass die verschiedenen Farbstoffe zur Stärke und zu den Lösungsmitteln eine ungleich grosse Verwandtschaft besitzen, ergiebt sich aus dem ungleichen Verhalten der Stärkekörner zu dem nämlichen Farbstoff in verschiedenen Lösungsmitteln und dessgleichen aus ihrem Verhalten zu verschiedenen Farbstoffen in dem nämlichen Lösungsmittel. Die Entfärbung intensiv gefärbter natürlicher Stärkekörner in Glycerin (II) und die Nichtfärbung natürlicher Stärkekörner in gefärbtem Glycerin (III) lässt sich nur dadurch erklären, dass der Farbstoff zu dem wasserhaltigen Glycerin eine grössere Verwandtschaft hat als zur unveränderten Stärkesubstanz, während die Färbung der Körner in einer wässrigen Farbstofflösung von gleicher Intensität (I) beweist, dass umgekehrt der Farbstoff zu dem reinen Wasser eine geringere Verwandtschaft besitzt als zur Stärke. Die Färbung der natürlichen Stärkekörner durch Anilinviolett und andere Anilinfarben (I) und die Nichtfärbung derselben durch Anilinblau und Anilinschwarz (IV) zeigen, dass jene Farbstoffe zur unveränderten Stärke eine grössere, diese dagegen eine geringere Verwandtschaft zeigen als zu Wasser.

Wenn von zwei gleich intensiven blauen Lösungen die eine die natürlichen Stärkekörner nicht färbt (IV), die andere, welche einen geringen Zusatz von Säure erhielt, eine sehr starke Färbung hervorbringt (V), so kann die

Verwandtschaft des Farbstoffs zum Lösungsmittel durch die Säure herabgesetzt worden sein, oder, was wahrscheinlicher ist, es kann sich, da die meisten Anilinfarbstoffe salzartige Verbindungen sind, ein anderes Salz gebildet haben. Ich bemerke hiezu, dass Zusatz von Säure zu einer Lösung von Anilinschwarz nicht die nämliche Wirkung hat, was aber dadurch erklärlich wird, dass der Farbstoff sich aus der angesäuerten Lösung niederschlägt.

Auf die Färbung der Stärkekörner durch Anilinfarben, resp. auf die Verwandtschaft dieser Farben zur Stärkesubstanz und zu dem wässrigen Lösungsmittel scheint ihre Constitution oder Verbindungsweise von grossem Einfluss zu sein. So muss das Anilinroth, welches vor mehreren Jahren von W. Nägeli angewendet wurde und die natürlichen Stärkekörner nicht färbte, ein anderes gewesen sein, als das jetzt von mir mit ganz anderem Erfolge angewendete Anilinroth. Ich habe die Frage über das Verhältniss zwischen der chemischen Zusammensetzung und der Wirkungsweise nicht weiter verfolgt, weil dies für die physiologische Frage, um die es sich handelt, gleichgültig ist. Zudem wäre bei der Ungewissheit über die Constitution vieler Anilinfarben die Lösung der chemischen Frage mit besonderen Schwierigkeiten verbunden.

Die zweite Ursache, welche neben der Verwandtschaft des Farbstoffes zum Lösungsmittel und zur Stärke die Färbung oder Nichtfärbung bedingt, beruht in der verschiedenen Micellarconstitution der Stärkesubstanz. Die natürlichen Stärkekörner färben sich nicht, während die aufgequollenen sich mehr und weniger intensiv färben, oder die ersteren nehmen eine schwächere Färbung an als die letzteren.[1]) —

1) Wird dagegen von den natürlichen Stärkekörnern sehr viel Farbstoff eingelagert, so erscheinen die stärker aufgequollenen heller gefärbt, was von der beträchtlichen Verdünnung der Substanz durch das reichlich aufgenommene Wasser herrührt.

Die unveränderte Särkesubstanz äussert also eine gewisse Resistenz gegen die Einlagerung von Farbstoffen, was man geneigt sein möchte so zu erklären, dass die natürliche regelmässige Anordnung der Micelle, wie sie sich beim Wachsthum bilde, den stärksten Molekularanziehungen entspreche, während in der durch Aufquellen desorganisirten Substanz, in welcher die Micelle ungeordnet durch einander liegen, Kraft und Raum für die Einordnung fremder Moleküle frei geworden sei.

Indessen lässt sich über die Ursachen, welche die Färbung oder Nichtfärbung bedingen, nichts Bestimmtes aussagen, so lange man das Verhalten der übrigen micellösen Substanzen in dieser Beziehung nicht genau kennt. Ich will bloss über das Verhalten der Membranen verschiedener Süsswasseralgen (Spirogyra, Zygnema, Cladophora) vorläufig eine kurze Mittheilung machen, weil dasselbe eine Analogie zu den Stärkekörnern mit einer sehr merkwürdigen Erweiterung oder Vervollständigung darbietet. An diesen Membranen lassen sich nämlich, nicht zwei wie bei den Stärkekörnern, sondern drei verschiedene Zustände der micellaren Constitution nachweisen, die ich als den lebenden, den natürlich todten und den aufgequollenen Zustand bezeichnen will.

I. Der lebende Zustand der Membran ist immer dann gegeben, wenn der lebende Inhalt derselben dicht anliegt. In diesem Zustande färbt sich die Membran durch Anilinfarben schwächer oder stärker, indess der Inhalt noch nichts von denselben aufnimmt.

II. Der natürlich todte Zustand der Membran tritt dann ein, wenn der lebende Inhalt sich von derselben lostrennt, oder wenn er ihr anliegend abstirbt. In diesem Zustande lagert die Membran keinen Farbstoff ein, indess dagegen der Inhalt sich färbt; und wenn sie im lebenden

Zustande gefärbt war, so wird sie beim Uebergang in den todten farblos.

III. Der aufgequollene Zustand entsteht durch die Einwirkung von Alkalien oder Säuren, durch längeres Kochen in Wasser und durch hinreichend langes Liegen in kaltem Wasser. In diesem Zustande färben sich die Membranen wieder.

Ich führe, statt anderer Thatsachen, nur zwei charakteristische Vorgänge an, die man, einmal orientirt, leicht erhalten kann. Wenn lebende Algenfäden in Farbstofflösung gelegt und darin liegen gelassen werden, so färbt sich zuerst die Membran allein (I); nach einiger Zeit ist die Membran farblos und der Inhalt gefärbt (II); noch später findet man Membran und Inhalt gefärbt (III). I, II und III entsprechen den vorhin unterschiedenen Zuständen. — Legt man Algenfäden in gefärbte Glycerin- oder Zuckerlösung, so nimmt abermals zuerst die Membran allein Farbstoff auf (I). Nachher zieht sich der Plasmaschlauch von der Membran zurück, welche den Farbstoff wieder verliert (II); der Raum zwischen der farblosen Membran und dem noch farblosen Inhalt ist mit gefärbter Flüssigkeit gefüllt; bald wird aber auch der Inhalt gefärbt.

Offenbar entspricht der natürlich todte Zustand der genannten Membranen dem Zustande der Stärkekörner, den ich als natürlichen bezeichnet habe. Ob die Stärkekörner, wie die Membranen, eine davon verschiedene lebende Micellarconstitution besitzen, bei welcher sie Farbstoff einlagern würden, lässt sich nicht entscheiden, da, sobald der Farbstoff bei den in den Zellen befindlichen Stärkekörnern anlangt, der Inhalt schon gefärbt und todt ist und somit auch die von demselben umgebenen Stärkekörner in den natürlich todten Zustand übergegangen sein müssen.

Nach dieser Abschweifung über das Verhalten der Stärkekörner zu den gelösten Farbstoffen, welche noth-

wendig war, um einige irrthümliche Annahmen bezüglich des Wachsthums zu berichtigen, kehre ich zu der Entstehung der weichen Partieen des Stärkekorns durch mechanische Aktion zurück. Nachdem ich gezeigt habe, dass diese weichen Partieen nicht als eine durch Aufquellen desorganisirte, kleisterartige Substanz wie sie sonst durch Druck entsteht, angesehen werden dürfen, will ich noch das andere Missverständniss, welches die Wirkung des Zuges betrifft, besprechen und zeigen, dass der Zug, wie er beim Wachsthum der Stärkekörner eintritt, eine solche Desorganisation überhaupt nicht verursachen kann. Dies ergiebt sich deutlich aus der Vergleichung der Umstände, unter welchen Aufquellung und Desorganisation erfolgt, mit denen, unter welchen diese Erscheinung ausbleibt.

Einfacher Zug bringt nach den bis jetzt bekannten Erfahrungen nur Zerreissen, ohne Veränderung der Substanz hervor. Bloss die gequetschte Substanz quillt auf und wird desorganisirt. Das Aufquellen tritt also ein beim Zerdrücken und Zerschneiden der Stärkekörner, und beschränkt sich, wenn mit einem sehr scharfen Messer geschnitten wird, auf eine ziemlich dünne Lage an der Schnittfläche. Spannungen in der Substanz der Stärkekörner, welche die Elastizitätsgrenze überschreiten, bewirken nur ein Zerreissen, nicht ein Aufquellen. So sind in den ausgetrockneten und wieder benetzten Körnern nur Risse in der sonst unveränderten Substanz sichtbar. Bei der langsamen Einwirkung künstlicher Quellungsmittel (Hitze, verdünnte Kalilauge u. s. w.) treten zunächst, nach Massgabe der durch ungleiches Aufquellen verursachten Spannungen, Risse, nicht etwa vermehrte oder locale Desorganisationen auf, und später erfolgt die Desorganisation auf jedem einzelnen Punkt nur nach Massgabe der dort stattgehabten Wirkung der desorganisirenden Mittel. Wenn also

den negativen Spannungen, die in Folge des Wachsthumsprocesses im Innern des Stärkekorns entstehen, nicht durch Einlagerungen von Substanz (nach der Intussusceptionstheorie), sondern durch Einlagerung von Wasser (wie der Verfasser annimmt) ein Genüge geleistet würde, so könnten nicht ein weicher Kern und weiche Schichten sich bilden, sondern es müsste das Innere des Stärkekorns durch Risse zerklüftet werden.

Ich komme nun zu den Ursachen, welche die mechanische Aktion bewirken sollen. Was meine Theorie des Wachsthums betrifft, so hatte ich das Vorhandensein von bestimmten Spannungen im Stärkekorn nachgewiesen und als Folge des nothwendig ungleichen Wachsthums durch Intussusception erklärt, indem ich zeigte, dass in Folge dessen jede Micellarschicht in Bezug auf die nächst innere positiv, in Bezug auf die nächst äussere negativ gespannt sein muss. Der Verfasser eignet sich diese Theorie vollständig an; da er aber das Intussusceptionswachsthum verwirft, so ist es seine Aufgabe zu zeigen, dass die nämlichen Spannungen einfach durch Wassereinlagerung entstehen können. Der versuchte Beweis lautet kurzgefasst: Da die Einlagerung von Wasser parallel der Schichtung viel grösser als senkrecht dazu sei, so müssten dadurch natürlich jene Spannungen verursacht werden. Sowohl der Vordersatz als der Nachsatz dieses Schlusses bedürfen, in der Deutung, die ihnen der Verfasser giebt, einer Richtigstellung.

Was den Vordersatz betrifft, dass „die Einlagerung von Wasser parallel der Schichtung viel grösser sei als senkrecht dazu", so beruft er sich darauf, dass ich dies nachgewiesen hätte. Zu diesem Ende führt er aber nur diejenigen meiner Beobachtungen an, welche seiner Meinung günstig scheinen, und überdem gebraucht er das Wort

Wassereinlagerung doppelsinnig, einmal als Gesammtmenge des eingelagerten Wassers und dann als Menge des während eines bestimmten Vorganges aufgenommenen Wassers. So kommt er zu einem Ergebniss, welches mit dem Sachverhalte und mit meiner Darstellung nicht übereinstimmt. Ich muss daher das thatsächlich Richtige bezüglich der Wassereinlagerung wieder feststellen.

Das Stärkekorn ist in jedem Stadium seines Wachsthums ein von wässriger Flüssigkeit umgebenes, mit Wasser durchdrungenes materielles System, dessen Spannungen sich im Gleichgewicht befinden. Wenn das Stärkekorn austrocknet, so bilden sich Risse, ein Beweis, dass das Gleichgewicht bei diesem Vorgange gestört wurde; und die Risse haben einen radialen, die Schichten rechtwinklig durchbrechenden Verlauf, ein Beweis, dass in den tangentialen Richtungen mehr Wasser verloren wurde als in radialer, somit dass die Gesammtmenge des in jenen Richtungen eingelagerten Wassers grösser war. Wirken künstliche Quellungsmittel langsam auf das natürlich imbibirte Stärkekorn ein, so vergrössert es sein Volumen, indem sich wieder radiale Risse bilden, ein Beweis, dass während dieses Vorganges in radialer Richtung mehr Wasser eingelagert wird als in den tangentialen.

Von diesen beiden Thatsachen, die ich angeführt hatte und die beide ganz allgemeine und regelmässig eintretende Erscheinungen sind, zeigt die erstere eine vermehrte Wassereinlagerung in der Richtung, wie sie der Verfasser angiebt, die zweite, die er hier aber unerwähnt lässt, eine vermehrte Wassereinlagerung in entgegengesetzter Richtung. Dagegen spricht der Verfasser weitläufiger von einer Erscheinung künstlicher Quellung, die bei Stärkekörnern mit sehr starker Excentrizität des Kerns in spätern Stadien der Einwirkung eintritt und die ich ebenfalls angeführt hatte.

Diese Erscheinung zeigt eine grössere Zunahme in den tangentialen Richtungen als in der radialen.

An einer solchen Behandlungsweise ist einmal unstatthaft, dass eine allgemein vorkommende Erscheinung, welche der Theorie widerspricht, einfach ignorirt wird; ferner dass, was ich bereits in anderer Beziehung beanstandet habe, die natürliche und die künstliche Quellung zusammengeworfen werden.

Ich habe in meiner Stärkeabhandlung die verschiedenen Erscheinungen des Austrocknens und des künstlichen Aufquellens beschrieben und daraus die Schlüsse, die sich für die Wassereinlagerung ergeben, gezogen. Dabei legte ich auf die Modificationen der künstlichen Quellung weniger Gewicht, weil die letztere nach meiner Ansicht mit der Mechanik des Wachsthums nicht in Beziehung gebracht werden kann. Bemerkenswerth an der künstlichen Quellung ist nur der Umstand, dass im Anfange stets eine stärkere Wassereinlagerung in radialer Richtung stattfindet. Dies beweist nach meiner Theorie der künstlichen Quellung, dass die ursprünglichen Micelle, die in radialer Richtung verlängert sind, je in mehrere radial hinter einander liegende Micelle zerfallen. Warum in späteren Stadien bei sehr excentrischen Körnern das Aufquellen in der Breite stärker ist, als in radialer Richtung, habe ich früher nicht untersucht, und will es auch jetzt nicht entscheiden. Es wären hiezu besondere, für diesen Zweck angestellte Beobachtungen erforderlich. So viel ist aber sicher, dass nur die ersten Stadien der künstlichen Aufquellung Aufschluss über Gestalt und Lagerung der Micelle und demnach auch über die Einordnung der Wassermoleküle geben, und dass in den späteren Stadien mit zunehmender Desorganisation Verschiebungen der Micelle (Micellstücke) eintreten. Wir können also für diese späteren Stadien bloss angeben, wie die Dimensionen in einzelnen Theilen des Korns oder in

einzelnen Schichten zunehmen, aber wir dürfen daraus nicht etwa auf Wassereinlagerung in bestimmten Richtungen schliessen.

Aus der Wassereinlagerung folgert der Verfasser das Vorhandensein von Spannungen, indem er mit gesperrter Schrift sagt: „Die Bevorzugung der tangentialen Richtungen gegenüber der radialen in Bezug auf Wassereinlagerung verursacht natürlich Spannungen", denen dann der früher angegebene Charakter zugeschrieben wird. Hiezu ist aber zu bemerken, einmal, dass, wie wir soeben gesehen haben, bei strenger und vollständiger Beurtheilung der Beobachtungen die Wassereinlagerung je nach den Umständen eine entgegengesetzte Beschaffenheit zeigt, indem in den natürlich imbibirten Stärkekörnern in radialer Richtung weniger Wasser eingelagert ist als in den tangentialen Richtungen, beim künstlichen Aufquellen dagegen, so lange eine sichere Beurtheilung möglich ist, in der ersten Richtung mehr Flüssigkeit eingelagert wird als in den letzteren. Da nun der Verfasser ein vorzügliches Gewicht auf die Erscheinungen des künstlichen Aufquellens legt, so hätte er mit gleicher Berechtigung die entgegengesetzten Spannungen von denen, die er dem Stärkekorn zuschreibt, annehmen können.

Ferner ist zu bemerken, dass aus der Wassereinlagerung an und für sich Nichts über Spannungen im natürlich imbibirten Stärkekorn geschlossen werden kann. Denn die Risse, die sich beim Eintrocknen der Stärkekörner, und diejenigen, die sich beim künstlichen Aufquellen derselben bilden, geben uns nur Kunde von den Spannungen, die während dieser Processe eintreten, und lassen uns ganz im Ungewissen, ob und welche Spannungen vorher bestanden haben. Wir können uns eine aus Körperchen (Micellen), die in concentrischen Schichten liegen, bestehende Kugel denken, die in jedem Punkte mehr Wasser in den tangentialen

Richtungen als in der radialen eingelagert enthält, und in der doch nicht die geringsten Spannungen vorhanden sind. Es lässt sich selbst eine solche Kugel ebenfalls mit vermehrter Wassereinlagerung in den tangentialen Richtungen denken, in welcher die Spannungen gerade umgekehrt, als es der Verfasser aus dieser Wassereinlagerung schliesst, sich verhalten, in welcher nämlich die äusseren Schichten der Kugel negativ, die inneren positiv gespannt sind.

Das Bestehen von Spannungen, und zwar in dem Sinne, wie es auch der Verfasser angenommen hat, habe ich aus dem Wachsthum durch Intussusception gefolgert, und ich habe es durch einige Erscheinungen in unzweifelhafter Weise bestätigt gefunden. Eine derselben, nämlich das Verhalten der Abschnitte von Stärkekörnern, an denen sich die Schnittfläche concav krümmt, wird von dem Verfasser erwähnt. Sie ist aber, weil dabei immer eine künstliche Quellung eintritt, nicht so unmittelbar einleuchtend, und sie erhält ihre volle Beweiskraft erst durch die andere Erscheinung, nämlich dass Stärkekörner, in denen beim Eintrocknen sich radiale Risse gebildet haben, diese Risse beim Wiederbefeuchten nicht verlieren, sondern vielmehr verstärken und erst jetzt deutlich zeigen. Diese Thatsache, bei welcher keine fremdartigen Ursachen mitwirken, beweist in aller Strenge, dass die Schichten des natürlich imbibirten Stärkekorns, — obgleich sie, wie die Risse zeigen, bereits mehr Wasser in den tangentialen Richtungen eingelagert enthalten, — doch das Bestreben haben, in diesen Richtungen im Gegensatz zur radialen noch mehr Wasser einzulagern und somit vorzugsweise in die Fläche zu wachsen, und dass dieses Bestreben in den äusseren Schichten grösser ist als in den inneren, dass sie somit gegenüber den letzteren sich in positiver Spannung befinden. Denn, wäre es nicht so, so müssten die Risse beim Wiederbefeuchten der trockenen Stärkekörner unsichtbar bleiben.

Diese Spannungen nun kommen durch Intussusceptions-Wachsthum nothwendig zu Stande. Dass sie durch Auflagerung zu Stande kommen können, hat der Verfasser nicht einmal zu zeigen versucht. Denn Alles, was er darüber und zwar nur beiläufig erwähnt, ist, dass in Folge ungleicher Wassereinlagerung Spannungen entstehen, dass in Folge der nämlichen Ursache die Spannungen immer zunehmen und dass „durch das Auflagern neuer Substanz natürlich die inneren Theile des Stärkekorns in ihrer Gesammtheit durch die äusseren immer mehr expandirt werden."

Giebt man sich von dem Vorgange der Auflagerung bei der Entstehung des Stärkekorns oder bei dem Wachsthum in irgend einem Stadium genaue Rechenschaft, so stellt sich unzweifelhaft heraus, dass dadurch in keinem Falle Spannungen entstehen können. Denken wir uns ein beliebiges in der Zellflüssigkeit oder im Plasma liegendes Stärkekorn. Dasselbe ist mit Wasser imbibirt; es hat davon aufgenommen, so viel es unter den bestehenden Verhältnissen aufnehmen kann; es verändert sich nicht weiter, wenn ferneres Wachsthum ausbleibt. Nun beginnt neue Auflagerung; in der das Korn unmittelbar umgebenden Lösung entstehen Stärketheilchen (Micelle), welche sofort mit so viel Wasser sich umhüllen, als es ihren anziehenden Molekularkräften entspricht. Mit diesen Wasserhüllen legen sie sich an die Oberfläche des Stärkekorns an, und zwar in der Anordnung und mit den Abständen, welche der Gleichgewichtszustand der beiden Anziehungen zwischen Stärke und Stärke und zwischen Stärke und Wasser verlangt. Damit sind alle Spannungen, die der ganzen Schicht zukommen könnten, ausgeschlossen; für ihre Entstehung liegt ebensowenig Grund vor als bei dem durch Auflagerung wachsenden Krystall. Auch die aus wasserbenetzten Micellen bestehenden, durch Apposition sich vergrössernden

Krystalloide ermangeln der eigenthümlichen Schichtenspannungen, die den Stärkekörnern zukommen.

Wollte man aber den Stärkekörnern keinen micellösen Bau zugestehen, sondern ihnen irgend eine andere, noch unbekannte und nicht zu bestimmende Beschaffenheit beilegen (ich halte dies für logisch unmöglich), so würde damit Nichts geändert bezüglich der eintretenden Spannungen. Es müsste immerhin die neu aufzulagernde Schicht in einer Flüssigkeit sich bilden, und sie müsste schon im Stadium der Entstehung ihr Wasserbedürfniss befriedigen. Es ist ohne Veränderung der Substanz, also ohne Intussusception unmöglich, dass das Bedürfniss nach Wasser nachträglich ein anderes werde, und dass somit Spannungen entstehen.

Die Theorie des Verfassers setzt etwas Unmögliches voraus, nämlich, dass sich zunächst eine trockene oder sehr wasserarme Stärkeschicht auflagere und erst nachher, ihrem Bedürfniss entsprechend, mit Wasser imbibire. Aber auch bei dieser für die Molekularphysiologie unmotivirbaren Annahme wäre der Erfolg doch nicht der gewünschte. Es lagere sich auf ein Stärkekorn eine Schicht von Micellen („Molekülen" des Verfassers) auf, welche das Bestreben hat, mehr Wasser aufzunehmen. Was wird die Folge sein? Die in der neuen Schicht entstehenden Spannungen suchen einerseits die umschlossene Substanz auszudehnen, anderseits die eigenen Theilchen, die auf einander drücken, zu verschieben. Von diesen beiden Wirkungen würde die eine oder andere gleich sehr den Spannungen genügen, und es muss nothwendig diejenige eintreten, welche die geringsten Widerstände zu überwinden hat. Nun unterliegt es gewiss keinem Zweifel, dass bei einer solchen Sachlage einzelne Theilchen der neuen Schicht nach aussen, wo kein Widerstand zu überwinden ist, geschoben werden und den Anfang einer neuen Schicht bilden, und dass nicht etwa eine Legion innerer Theilchen in Bewegung gesetzt und stellen-

weise über die Elastizitätsgrenze hinaus auseinander gezerrt wird.

Diese Wirkung hätte der Verfasser um so eher annehmen müssen, als nach seiner Behauptung die Stärketheilchen nach innen und aussen mit sehr starker, seitlich mit sehr schwacher Anziehung auf einander wirken. Die Theilchen der neuen äussersten Schicht würden also von ihren eigenen Kräften nicht in der Schicht zurückgehalten, und sie würden bloss ihren Neigungen gehorchen, wenn sie, statt neben einander, sich hinter einander anlagerten. Diese Erwägung gilt selbstverständlich nicht für die Theorie der Intussusception, bei welcher die äusserste Schicht schon ein festes Gefüge zeigt und überdem eine viel bescheidenere Rolle spielt. Während nach der Auflagerungstheorie die neue äusserste Micellarschicht allein das bisherige Gleichgewicht stört, wachsen nach der Einlagerungstheorie gleichzeitig alle Micellarschichten und jede hat ihren Theil an den Ursachen, welche das Gleichgewicht stören.

Aus den bisherigen Betrachtungen ergiebt sich, dass die in dem Stärkekorn vorhandenen Spannungen bloss durch Intussusception zu Stande kommen können, und dass diese Spannungen die Ausscheidung des weichen Kerns und der weichen Schichten nur unter der Bedingung hervor zu bringen vermögen, dass gleichzeitig Intussusception thätig ist. Damit ist die Hauptfrage bezüglich des Wachsthums der Stärkekörner entschieden. Ich habe mich auf den mechanisch-physiologischen Theil der Frage beschränkt und von den Beobachtungsthatsachen nur das unbestreitbare und auch unbestrittene nachträgliche Auftreten der weichen Partieen im Inneren des Stärkekorns berücksichtigt. Damit will ich nicht sagen, dass nicht auch andere, der direkten Wahrnehmung zu-

gängliche Erscheinungen ins Gewicht fallen; aber ihre Beurtheilung liegt nicht so offenkundig da, und es lässt sich bezüglich derselben nicht so leicht der Irrthum nachweisen.

Unter den Beobachtungsthatsachen befindet sich jedoch eine, welche der Verfasser, der sich rühmt, alle von mir für die Intussusception vorgebrachten Gründe widerlegt zu haben, wie es scheint, übersehen hat, und welche aus der Appositionstheorie nicht erklärt werden könnte. Wie sich aus Quellungs- und Auflösungserscheinungen leicht nachweisen lässt, hat eine dünne Rinde der Stärkekörner eine andere Beschaffenheit als die ganze innere Masse; sie färbt sich durch Jod gar nicht, wenn sie hinreichend dünn, und schwach roth-violett, wenn sie etwas dicker erhalten wird, während die eingeschlossene Substanz ohne Ausnahme intensiv blau wird; sie widersteht auch gewissen Lösungsmitteln (Säuren), indess die ganze innere Masse sich löst. Da grosse und kleine Stärkekörner diese Hülle oder Membran besitzen, so ist der Schluss auf das Wachsthum durch Intussusception einleuchtend.

Ich werde auf die übrigen Theile der Schimper'schen Auseinandersetzungen, soweit sie das Wachsthum betreffen, nicht weiter eintreten. Nachdem das Wachsthum durch Intussusception an dem Hauptobject dargethan ist, erachte ich es für überflüssig nachzuweisen, dass auch andere Ausstellungen, die an meiner Theorie gemacht, vermeintliche Irrthümer und Inconsequenzen, die mir nachgewiesen werden, in Wirklichkeit nicht mir zur Last fallen. Ich glaube in dem bisherigen gezeigt zu haben, dass ich nicht leichthin ungegründete Meinungen auszusprechen pflege, und der Verfasser dürfte an der Wachsthumstheorie der Stärkekörner die Erfahrung gemacht haben, dass physiologische Gesetze nicht mit so geringer Mühe festgestellt werden wie etwa eine mikroskopische Beobachtungsthatsache. Die Besprechung der Entwickelungsgeschichte von ganz- und halb-

zusammengesetzten Körnern kann um so eher unterbleiben, als der Verfasser selbst zugiebt, dass, wenn das Wachsthum durch Intussusception begründet sei, „eine andere Erklärung (als die meinige) ganz unmöglich wäre". Doch halte ich es für zweckmässig, noch einige Bemerkungen über die neuen Schimper'schen Beobachtungen, die ich als einen wesentlichen Fortschritt begrüsse, beizufügen.

Eine erste Bemerkung betrifft die (ganz) zusammengesetzten Stärkekörner. Ich zeigte früher, dass dieselben auf zweierlei Art entstehen können, 1) durch Verwachsung einfacher Körner und 2) durch Theilung eines ursprünglich einfachen Korns; ich nannte die ersteren unächte, die letzteren ächte zusammengesetzte Stärkekörner. Diese Verschiedenheit bleibt bestehen; denn wie aus verschiedenen Gründen und namentlich aus den gleitenden Uebergängen zwischen ganz- und halb-zusammengesetzten Körnern, von denen die letzteren bloss aus einfachen hervorgehen können, erhellt, giebt es unzweifelhaft ächte (aus einem einfachen Korn entstandene) zusammengesetzte Körner. Unächte zusammengesetzte Körner habe ich nur dann angenommen, wenn die Verwachsung aus getrennten einfachen Körnern sich direkt nachweisen liess. Nach den Beobachtungen Schimper's mögen diese Stärkekörner eine viel grössere Verbreitung haben, als ich bis jetzt glaubte. Immerhin bleibt es misslich sich zu entscheiden, wenn die Beobachtung weder die ursprünglich getrennten einfachen Körner noch das eine noch ungetheilte Korn nachzuweisen vermag, und beide Entstehungsarten sich als möglich darbieten; und es wäre sehr wünschbar, wenn sich ein unterscheidendes Merkmal an den fertigen ächten und unächten zusammengesetzten Körnern auffinden liesse.

Ein besonderes Interesse erregen die sog. Stärkebildner Schimper's, in deren Innerem oder an deren Oberfläche die Stärkekörner entstehen. Ueber die physiologische

Function, welche dieselben bei der Bildung der Körner ausüben, lässt sich aber noch keine sichere Vermuthung aussprechen. Die Beobachtung hat bis jetzt keine andere leitende Thatsache ergeben als die, dass bei excentrischen Stärkekörnern der Stärkebildner auf der hinteren (dem Schichtencentrum abgekehrten) Seite des Korns aufsitzt, während seine Substanz die centrisch gebauten Stärkekörner ringsum einhüllt. Sollte sich dies auch als allgemeines Gesetz bestätigen, so würde daraus doch nicht, wie der Verfasser meint, folgen, dass der Stärkebildner der Ernährer sei, welcher das Material für den Aufbau der Stärkekörner liefere. Eine solche Function kommt mir sogar als sehr unwahrscheinlich vor und zwar aus folgenden Gründen.

Es ist sicher, dass das Stärkekorn durch eine gelöste Verbindung ernährt wird, da nur eine solche einzudringen vermag. Diese Verbindung kann nichts Anderes sein als Glycose (Traubenzucker) oder auch Diglycose (Maltose), da das Stärkemolekül ein durch Polymerisation entstandenes Derivat der Glycose ist.[1]) Lässt sich nun wohl annehmen, dass die Glycose, die von den Blättern in die Wurzeln oder

---

1) Ich hegte früher die Vermuthung, dass die lösliche Verbindung, welche die Stärkekörner ernährt, Dextrin sein könnte. Seitdem ich die Ueberzeugung gewonnen hatte, dass Dextrin eine micellare, nicht eine molekulare Lösung bildet, so konnte nur der molekular-lösliche Zucker als Nährsubstanz angesehen werden. Ich weiss nicht, aus welchem Grunde Autoren, welche die Intussusception angenommen haben, gleichwohl die Stärke als primäres Assimilationsprodukt erklären.

Es versteht sich, dass die Stärke in allen Fällen zunächst aus Glycose entsteht, auch wenn sie in einer Unterlage von Hypochlorin auftritt, welches überhaupt kaum als ein Uebergangsglied in dem Bildungsprozess der Stärke anzunehmen ist; denn es ist nicht wahrscheinlich, dass an dem nämlichen Ort und zur nämlichen Zeit eine weit gehende Reduction von Kohlensäure und Wasser zu einer sauerstoffarmen Verbindung und eine Oxydation der letzteren zu einem Kohlenhydrat stattfinde.

in die Samen geführt wird, hier sich zunächst in dem Stärkebildner, der gleichsam als Condensator wirken würde, ansammle, um von demselben an die Stärkekörner abgegeben zu werden? Und wie sollte die Ernährung geschehen, — sollte die Zuckerlösung bloss an der oft winzigen Stelle, wo das Stärkekorn von dem Stärkebildner berührt wird, eindringen? was nicht anzunehmen ist, da die ganze Mechanik des Wachsthums dadurch eine andere würde, als sie wirklich ist. Oder sollte die Zuckerlösung, nachdem sich dieselbe in dem Stärkebildner aus der ganzen Umgebung concentrirt hat, von dem einen Punkte aus sich wieder in die Umgebung verlieren und über das ganze Korn ausbreiten, um an der ganzen Oberfläche desselben eindringen zu können? was nach den Gesetzen der Diffusion ebenso wenig annehmbar erscheint.

Der Verfasser hält eine solche Ausbreitung der Nährlösung über das Stärkekorn durch Capillarität für möglich. „Wenn ein Stärkekorn in einer beliebigen gallertartigen Substanz liege, so werde durch die Capillarkraft rings um das Stärkekorn Wasser der Gallerte entzogen und zwischen beiden als dünne Schicht aufgesammelt" (!); diese Schicht komme nothwendig in Zusammenhang mit einer Schicht Mutterlauge, welche durch Capillarität zwischen dem Stärkekorn und dem Stärkebildner entstanden sei, und erhalte dadurch selber die Eigenschaften einer Mutterlauge, welche dem Stärkekorn einen mit der Entfernung vom Ernährungsorgane abnehmenden Zuwachs gestatte.

Hiezu will ich bloss bemerken, dass, da die Stärkekörner und die anliegenden Substanzen in der Zellflüssigkeit, in der sie sich gebildet haben, liegen und damit durchdrungen sind, doch keine Gelegenheit für Capillarwirkungen im Sinne der Physik gegeben ist. Denn es kommt ja nicht darauf an, die äusserlichen morphologischen Verhältnisse zu vergleichen, sondern die Ursachen derselben zu beurtheilen.

In dem vorliegenden Falle hängt es von den wirksamen Molekularkräften (nicht von imaginären Capillarkräften) ab, ob und wie viel Wasser sich zwischen dem Stärkekorn und der umgebenden Gallerte (Plasma) befinde. Diese Molekularkräfte sind die Anziehung von Substanz und Substanz und von Substanz und Wasser. Voraussichtlich wird zwischen einem Stärkemicell (dem äussersten des Stärkekorns) und einem Plasmamicell (dem nächsten des umhüllenden Plasmas) sich etwas (d. h. um wenige Molekularschichten) mehr Wasser befinden als zwischen zwei Stärkemicellen und nicht unwahrscheinlich etwas weniger als durchschnittlich zwischen zwei Plasmamicellen. Es muss also nothwendig das Stärkekorn und das anliegende Plasma eine continuirliche, aus Micellen bestehende Masse darstellen. Von einer besondern, das Korn umgebenden Flüssigkeitsschicht kann keine Rede sein, und die Ausbreitung einer gelösten Substanz, die sich an einem bestimmten Punkt seiner Oberfläche bildete, müsste nach den Gesetzen erfolgen, welche für die Diffusion durch micellöse Substanzen gelten. Hiebei ist noch zu berücksichtigen, dass nach den Zeichnungen des Verfassers der Stärkebildner zuweilen bloss den 10.—20. Theil des Umfanges des Stärkekorns und also auch keinen grösseren Theil seiner Oberfläche einnimmt, und dass somit von diesem beschränkten Raume aus die Nährflüssigkeit sich ausbreiten müsste.

Die Ernährung des Stärkekorns besteht aber nicht bloss in der Aufnahme von Glycose; es muss dieselbe im Innern desselben auch in Stärke umgewandelt werden Dazu reicht der Einfluss der Stärkemicelle nicht aus; denn die aus den Zellen herausgenommenen Stärkekörner wachsen nicht in Zuckerlösung. Die Molekularkräfte des lebenden Plasmas müssen in irgend einer Weise mitwirken, um die Glycosemicelle zwischen den Stärkemicellen unter dem Einfluss der letzteren zu Stärke zu polymerisiren. Das Plasma,

welches das Stärkekorn umgiebt, übt dabei eine ähnliche Fernwirkung aus, wie das Plasma der Hefenzellen bei der Gährung. Möglicher Weise ist das Plasma des Stärkebildners für diese Function besonders befähigt, welche Vermuthung ich indess nur in Ermangelung einer besseren ausspreche. Sollte sie begründet sein, so liesse sich die Uebertragung der Kraft in verschiedener Weise denken; in keinem Falle aber könnte dadurch Gestalt und Bau des Stärkekorns in spezifischer Weise bedingt werden.

Die Function des „Stärkebildners" scheint mir also noch ziemlich problematisch zu sein. Dass das spezifische Wachsthum der Stärkekörner nicht durch ihn geregelt werde, wie es der Verfasser annimmt, schliesse ich aus der Beschreibung und den Abbildungen des Verfassers selber. Wäre es der Fall, so müsste zwischen der Gestalt des Stärkebildners und der Gestalt der Stärkekörner, inbegriffen den Bau derselben, eine bestimmte Beziehung bestehen. Es müsste die Gestalt des Korns eine andere sein, je nachdem sein Bildner klein und rundlich, oder grösser und scheibenförmig, oder stäbchenförmig ist. Man könnte selbst die Gestalt des Stärkekorns geometrisch construiren, die aus einem Stärkebildner von bestimmter Form unter der Voraussetzung entstände, dass das Wachsthum an der Anheftungsstelle am intensivsten sei und von da allmählich abnehme. Gehen wir umgekehrt von dem Stärkekorn aus, so würde dieses eine andere Gestalt seines Bildners erwarten lassen, je nachdem dasselbe cylindrisch ist, oder kegelförmig mit kreisförmigem Querschnitt und mit dem Kern im dicken Ende, oder kegelförmig mit dem Kern im dünnen Ende, oder stark zusammengedrückt mit dem Kern im schmalen Ende, oder keilförmig mit verdicktem schmalem Kernende und breitem kantenförmigem hinterem Rande. Diese Forderungen sind nicht bloss nicht erfüllt, sondern es stehen manchmal die Thatsachen in scharfem Widerspruch mit

ihnen. Körner von gleicher Gestalt haben ganz ungleich gestaltete Bildner, und Bildner von gleicher Gestalt und Grösse sind an ganz ungleich gestalteten Körnern befestigt. So sitzt z. B. an kegelförmigen Stärkekörnern aus verschiedenen Pflanzen der kleine Stärkebildner dem schmalen Ende auf, während das abgekehrte Ende wohl fünfmal dicker ist als der Stärkebildner; wenn der letztere für die Ernährung massgebend wäre, so sollte das Ende, das ihn trägt, immer das breitere und dickere sein. Im Wurzelstock von Canna sind die Stärkekörner im Allgemeinen dreieckig, der hintere Rand gewölbt; diesem hinteren Rande sitzt nach den Zeichnungen des Verfassers der Stärkebildner nicht bloss in der Mitte auf, wie es die Theorie von der massgebenden Ernährung verlangen würde; sondern er kann auch mehr oder weniger einer Ecke genähert sein. Ich verzichte auf verschiedene andere Bemerkungen, die sich aufdrängen und die ebenfalls den Mangel an Uebereinstimmung zwischen Theorie und Beobachtung darthun würden.

Soll ich nach einer sorgfältigen Prüfung der neuen Schimper'schen Beobachtungen meine eigene Ueberzeugung betreffend das Wachsthum der Stärkekörner aussprechen, so ist mein Urtheil folgendes und zwar das nämliche, das ich schon im Jahr 1858 ausgesprochen habe. Als sicher erachte ich, dass das Stärkekorn an seiner ganzen Oberfläche Nährlösung aufnimmt, und dass das Wachsthum im Allgemeinen von der Oberfläche nach der Mitte hin zunimmt, — dass aber dieses Wachsthum durch innere und äussere Ursachen modifizirt wird, und dass dadurch die zahlreichen Abänderungen in Grösse, Gestalt, Schichtung (wozu auch die Zusammensetzung durch innere Bildungen gehört), in Consistenz und in der sog. chemischen Beschaffenheit hervorgebracht werden.

Zu den inneren Ursachen rechne ich ausschliesslich die jeweilige Configuration des ganzen Systems, d. h. die in

jedem Zeitmoment erlangte Constitution bezüglich Anordnung, Grösse und Gestalt der Stärkemicelle sowie Anordnung und Menge der Wassermoleküle. Diese Constitution hat natürlich den hauptsächlichsten Einfluss auf die neue Einlagerung; sie entscheidet sich aber, was ihren allgemeinen Charakter betrifft, schon in den primordialen Stadien und wird hier durch die Eigenthümlichkeit des Zellinhaltes, vielleicht am meisten durch den Stärkebildner, bedingt. Sie ist also eigentlich ein Produkt äusserer Einflüsse, wie ja alle inneren Ursachen ursprünglich aus äusseren Ursachen hervorgegangen sind.

Zu den äusseren Ursachen, welche neben den inneren in jedem Stadium des Wachsthums wirksam sind, gehört die chemische Beschaffenheit der Zellflüssigkeit, die in derselben thätigen Bewegungen und Umbildungen, die Temperatur, und besonders die Beschaffenheit des das Stärkekorn umgebenden Plasmas mit Einschluss des Stärkebildners, welch' letzterer vielleicht fortwährend einen Einfluss auf die Orientirung der ungleichen Radien des Stärkekorns ausübt.

Ich komme endlich zu denjenigen Beobachtungen des Verfassers, welche am meisten seine Auflagerungstheorie zu beweisen scheinen und die auch offenbar ihm dieselbe eingegeben haben. Es sind dies Stärkekörner, welche innerhalb einer normalgeschichteten Hülle einen corrodirten Kern mit unregelmässiger Oberfläche besitzen, und welche nach seiner Deutung entstanden sind aus einem durch Lösungsmittel auf natürlichem Wege zerfressenen Korn, auf welches sich beim Wiedereintritt der Stärkebildung Schichten abgelagert haben. — Ich habe bei meinen früheren Untersuchungen über Stärkekörner nie so deutliche Formen gesehen, wie sie der Verfasser zeichnet, wohl aber ähnliche, die mir einigen Zweifel über die Deutung erregten, die ich aber doch in anderer Weise erklären zu können glaubte.

Indessen will ich die von dem Verfasser gegebene Darstellung nicht anzweifeln, wiewohl es mir zur Beruhigung diente, wenn die morphologische Beobachtung und Beschreibung etwas vollständiger wäre. Das corrodirte Korn der abgebildeten Formen hat die Gestalt eines dünnen Täfelchens; dasselbe ist nur in der Flächenansicht gezeichnet, ebenso sein späterer Zustand, in welchem es von einer Hülle rings umgeben ist. Es wäre in mehr als einer Beziehung wünschbar gewesen, wenn eine Seitenansicht gegeben und gezeigt worden wäre, wie sich die Auflagerung an den beiden Flächen verhalte.

Gleichwohl nehme ich an, dass die Bildungsgeschichte sich genau so verhalte, wie es der Verfasser angiebt, dass also die ganze äussere Partie dieser Stärkekörner späteren Ursprungs sei. Dann haben wir hier einen Fall, wie er auch bei Zellmembranen vorkommt, wo ebenfalls das Wachsthum durch Intussusception Regel ist, und wo als Ausnahme innerhalb der Membran eine zweite Membran entstehen kann. Die Ursache, warum die Cellulosebildung nicht mehr zur Verdickung der bereits vorhandenen, sondern zur Anlage einer neuen Membran dient, muss in dem Umstande zu finden sein, dass die Verhältnisse, welche beim Beginne der ersten Membran vorhanden waren, wieder eintreten, dass nämlich der Plasmaschlauch, der sonst der Membran dicht anliegt, eine Zeit lang sie nur locker berührt und somit gleichsam wie bei einer nackten Zelle an Flüssigkeit grenzt.

In analoger Weise muss die Anlagerung eines Schichtencomplexes auf der Oberfläche eines Stärkekorns sich aus den nämlichen Ursachen ergeben, welche sonst bei der Neubildung der Stärkekörner wirksam sind, indem die Verhältnisse ein Weiterwachsen des vorhandenen Korns unmöglich machen. Die Intussusception, welche der normale Wachsthumsvorgang ist, erfolgt desswegen, weil die stärkebildenden Kräfte

im Inneren des Stärkekorns (zwischen den Micellen) mächtiger sind als an seiner Oberfläche und daher bei einer so geringen Concentration der Nährlösung schon wirksam werden, bei der die Kräfte an der Oberfläche noch keine Stärke zu bilden vermögen. Beim Beginn der Stärkebildung in einer Zelle legen sich die ersten Stärkemicelle, die zunächst beisammen liegen, durch ihre gegenseitige Anziehung an einander an und stellen in ihrer Vereinigung den Anfang eines Korns dar, in dessen Innerem die Stärkebildung weiter geht. Jene Stärkemicelle legen sich nicht an fremde Körper (z. B. an Plasmakörper) an, weil sie zu diesen keine Verwandtschaft haben.

Warum ein durch Lösungsmittel zerfressenes Stärkekorn nicht mehr in seinem Inneren wächst, wird durch folgende Ueberlegung leicht begreiflich. Stark corrodirte, selbst durchlöcherte Täfelchen von fleckigem Ansehen sogar mit Vacuolen im Inneren, wie sie der Verfasser beschreibt, sind jedenfalls auch in ihrer Micellarstructur mehr oder weniger verändert, vielleicht desorganisirt. Auch mögen Eiweissmicelle und wohl noch andere fremde Stoffe eingetreten sein und sich an- oder eingelagert haben. In einem so veränderten Stärkekorn sind auch die Molekularkräfte andere geworden und es wäre nur sehr begreiflich, wenn in demselben nicht mehr aus Zucker Stärke gebildet werden könnte. Es besteht überhaupt das Gesetz, dass ein organisirter Körper nur dann wachsen und sich weiter entwickeln kann, wenn er in seiner Micellarconstitution intact bleibt, und dass bei einer Störung derselben nicht Fortbildung stattfindet, sondern Neubildung beginnt. Dies gilt namentlich auch für die Entstehung der Organismen, wie ich an einem andern Ort zeigen werde, — und was die Stärkekörner betrifft, so hege ich die Ueberzeugung, dass, wenn man ein durch Hitze aufgequollenes Stärkekorn in eine lebende stärkebildende Zelle hineinlegen könnte, dasselbe nicht durch Intussusception fortwachsen

würde, und zwar nicht etwa desswegen, weil es die zuckerhaltige Nährlösung nicht aufnähme, sondern weil die stärkebildenden Kräfte in ihm nicht mehr zu wirken vermögen.

In Zellen, in welchen corrodirte Stärkekörner befindlich sind, muss daher die Stärkebildung frei in der Zellflüssigkeit beginnen. Da aber die Substanz der corrodirten Körner anziehend auf die entstehenden Stärkemicelle wirkt, so legen sich diese nicht zu Anfängen von neuen Körnern zusammen, sondern sie lagern sich auf die Oberfläche der corrodirten Körner. Sobald 3 oder 4 Micellschichten sich aufgelagert haben, so findet bloss noch Einlagerung zwischen den Micellen statt, weil hier nun die Verhältnisse für die Stärkebildung am günstigsten sind.

Die Auflagerung eines Ueberzuges von Stärke auf einem corrodirten Korn ist also ein durch die veränderten Verhältnisse bedingter, vorübergehender Akt, der nicht die Bedeutung des Appositionswachsthums, sondern vielmehr die Bedeutung einer Neubildung hat. Die sich bildende Hülle um das corrodirte Korn ist gleichsam ein neues Korn, welches sich darüber lagert. Diese Hülle wächst durch Intussusception und wird geschichtet in der nämlichen Weise wie ein junges kugeliges Korn. Die innerste Schicht ist nach den Zeichnungen des Verfassers stets breit und weich, sie entspricht dem Kern der normalen Körner.

In einem Schlusswort vergleicht der Verfasser die Stärkekörner mit andern Körpern, um dadurch ihre Natur festzustellen. Hier steigert sich nun die Unklarheit über die molekulare Constitution der organisirten Substanzen, die ich schon Eingangs berührt habe, bis zur Unverständlichkeit. Es ist sehr zu bedauern, dass der Verfasser nicht eine bildliche Darstellung über die Anordnung seiner „Stärkemoleküle" mit dem umgebenden Wasser beigefügt hat, wie er sie für die mechanische Theorie des Wachs-

thums brauchte, um dann die nämliche Darstellung wieder für die Schlussfolgerungen zu verwerthen. Denn die Construction auf dem Papier ist ja das beste Mittel, Andern etwas begreiflich zu machen, und zugleich auch der Prüfstein für die Sicherheit der eigenen Vorstellung. Man kann ja unklar und unlogisch denken, unklar und diplomatisch schreiben, aber nicht unklar und diplomatisch zeichnen.

Der Verfasser beginnt sein Schlusswort mit der Behauptung, dass die Constitution der Stärkekörner nicht wesentlich abweiche von derjenigen anderer starrer Körper; wir hätten bloss festzustellen, ob sie amorph oder krystallinisch seien, und dies zeige sich in der Cohaesion und in den optischen Eigenschaften; die Cohaesion sei bei amorphen Körpern nach allen Richtungen gleich; die Stärkekörner dagegen seien parallel der Schichtung sehr spröde und senkrecht zu derselben sehr dehnbar; also verhalten sich dieselben wie krystallinische Körper.

Hiezu will ich bloss bemerken, dass wir doch nicht etwa alle Körper in amorphe und krystallinische eintheilen können, sondern dass dieser Unterschied erst Platz greift, wenn im Uebrigen eine übereinstimmende Constitution festgestellt ist. Zunächst hätte also die Molekularstructur der Stärkekörner mit derjenigen unorganischer Körper verglichen werden sollen. Dann hätte sich herausgestellt, dass das Stärkekorn seinem Wesen nach ein ganz anderer Körper ist als ein Sphaerokrystall von Kalk, mit dem es verglichen wird, — dass die Cohaesion in dem Stärkekorn und in einem krystallinischen Körper zwar sich analog äussert, aber eine ganz verschiedene Natur hat und aus verschiedenen Ursachen hervorgeht. Im Krystall wird die Cohaesion bedingt durch die Anziehungen zwischen den Molekülen, im imbibirten Stärkekorn durch die Anziehungen zwischen den durch Wasser getrennten Micellen. Im Krystall besteht Gleichgewicht zwischen den Anziehungen

und Abstossungen der Moleküle unter einander, im Stärkekorn Gleichgewicht zwischen den Anziehungen der Micelle unter einander und den Anziehungen der Micelle zu Wasser. Wenn man auf die Struktur der Körper und auf das Zustandekommen der Cohaesion keine Rücksicht nimmt, so könnte man mit demselben Recht, wegen der ungleichen Cohaesion in verschiedenen Dimensionen, ein Stück Holz oder ein Gewebe aus Leinwand und Baumwolle für krystallinisch erklären.

Im Stärkekorn hat nicht die ganze Masse sondern nur das einzelne Micell vollkommene Analogie mit dem Krystall, und diese Analogie wird bewiesen durch die optischen Eigenschaften, wie ich schon vor Jahren dargethan habe. Wenn man nämlich Abschnitte von Stärkekörnern durch Schneiden erhält, so polarisiren dieselben das Licht, wie es die ganzen Körner thun. Da in einem solchen Fall die Spannungen zwischen den Micellarschichten und ebenso zwischen den einzelnen Micellen fast ganz verschwinden, so können die doppelbrechenden Eigenschaften nicht von Spannungen zwischen den Micellen herrühren, sondern sie müssen in der krystallinischen Natur der Micelle beruhen.

Ich wiederhole dies, weil der Verfasser zwar meiner Ansicht beitritt, aber meinen „Schluss als nicht stichhaltig" erklärt. Ich will auf seine bezüglichen Ausführungen nicht näher eintreten und keine optisch-physikalische Vorlesung halten, sondern mich auf eine Bemerkung beschränken. Der Hauptgrund, warum die Abschnitte von Stärkekörnern nicht beweisend sein sollen, wird aus der Thatsache abgeleitet, dass kleine Bruchstücke von andern Körpern, die nachweisbar in Folge von Spannungen doppelbrechend sind, die doppelbrechenden Eigenschaften behalten. Diese Thatsache soll von mir durchaus nicht bestritten werden; sie war mir von Glassplittern aus schnell abgekühlten Glaskugeln schon bekannt, als ich den Versuch mit den Abschnitten von

Stärkekörnern machte. Aber sie beweist Nichts; denn es handelt sich ja nicht darum, überhaupt zwei Körper mit Spannungen und deren Bruchstücke mit einander zu vergleichen, sondern darum, durch welche Ursachen die Spannungen hervorgebracht werden, welchen Betrag sie erreichen, und ob bei der Zersplitterung des Körpers die Spannungen in Stücken von bestimmter Grösse und Gestalt bis auf einen unmerklichen Betrag verschwinden müssen oder nicht. Wenn ich alles dies erwäge, so muss ich meinen vorhin erwähnten Schluss immer noch als vollkommen stichhaltig betrachten.

Der Verfasser will meinen Beweis durch einen besseren ersetzen, welchen er in der Thatsache zu finden glaubt, dass Stärkekörner in den ersten Stadien des Aufquellens mit zahlreichen radialen Spalten doppelbrechend bleiben. Ich hege bezüglich der Deutung dieser Erscheinung einigen Zweifel, und habe sie daher, als ich die optischen Eigenschaften der Stärkekörner beschrieb, nicht benützt. Es ist nämlich bei einer so complizirten Erscheinung schwer, sich vollständige Rechenschaft von den mechanischen Vorgängen zu geben, denn was der Verfasser darüber sagt, ist lange nicht erschöpfend. Durch das Aufquellen entstehen neue Spannungen, deren Einwirkung auf die früheren Spannungen sich nicht genau übersehen lässt. Die Rissebildung dient zunächst dazu, die Quellungsspannungen zu vermindern. Durch die Risse zerfällt ferner die Substanz in Kugelpyramiden, in denen immer noch Spannungen zwischen den äusseren und inneren Schichten fortbestehen können. Endlich ist zu bemerken, dass beim Aufquellen der Stärkekörner die doppelbrechenden Eigenschaften rasch abnehmen und bald ganz verschwinden, so dass man sogar versucht sein könnte, dieses Verschwinden auf Rechnung der verminderten Spannungen zu setzen. Indess wäre ein solcher Schluss sicher unrichtig, da das Verschwinden der

Doppelbrechung daher rührt, dass die Micelle beim Aufquellen verschoben werden und ihre Orientirung verlieren. Alle diese Umstände zeigen, dass künstlich aufquellende Stärkekörner kein günstiges Beweisobject sind.

Da die Spannungen in den Stärkekörnern zwischen den Schichten bestehen, so werden dieselben in losgetrennten Stücken um so eher verschwinden, je weniger Schichten mit einander zusammenhängen. Desswegen habe ich dünne Abschnitte von grossen Körnern zur Beobachtung verwendet, weil dieselben, je dünner und flacher sie sind, um so eher durch Wassereinlagerung ihre Gestalt verändern können, bis die Spannungen verschwunden sind. Betrachtet man solche Abschnitte unter dem Polarisationsmikroskop genau von der Fläche, so kommen übrigens die Spannungen, auch wenn sie noch vorhanden wären, bei der wahrgenommenen Doppelbrechung gar nicht zur Geltung.

Nachdem der exact geschulte Leser eine Reihe von Ueberraschungen im Verlaufe der Schimper'schen Ausführungen erfahren hat, steht ihm noch die grösste in dem Endergebniss betreffend die Natur der Stärkekörner bevor. Dieselben sollen krystallinische Körper (Sphaerokrystalle) sein, aus radialgestellten Krystallfasern oder faserigen Krystallen, wie sie auch genannt werden, zusammengesetzt, welche als Krystalloide zu betrachten seien.

Dieses Endergebniss tritt mit der ganzen vorausgegangenen Theorie des mechanischen Wachsthums in Widerspruch. Der Verfasser gieng von „Molekülen" (Micellen) aus, die sich als continuirliche Schicht auflagern, Wasser zwischen sich eintreten lassen, dadurch einen Zug auf die innere Masse ausüben und in Folge dessen gewisse Partieen derselben zur Verschleimung veranlassen; von diesen „Molekülen" nimmt er auch am Schlusse noch an, dass sie möglicher Weise radial verlängert seien, und dass dadurch

die vermehrte Wassereinlagerung in den tangentialen Richtungen hervorgebracht werde. — Diese Deduction setzt eine gleichmässige Vertheilung der „Moleküle" in der Fläche einer Schicht voraus. Eine Anordnung derselben in besondere Gruppen, die den Querschnitten von radialen Fasern entsprechen würden, ist ausgeschlossen; das Vorhandensein solcher Gruppen würde eine ganz andere mechanische Theorie verlangen.

Der Verfasser betrachtete also in dem mechanischen Theil seines Aufsatzes die Micelle („Moleküle") als die nächsten Bestandtheile der Stärkekörner, ganz in gleicher Weise, wie ich es in meiner Theorie der Wachsthumsursachen gethan hatte. Schliesslich ignorirt er nun seine ganze mechanische Deduction, wenn er Krystallfasern oder eigentlich Krystalloidfasern als die constituirenden Elemente der Stärkekörner annimmt. Denn ich kann kaum glauben, dass der Ausdruck „die Stärkekörner bestehen aus senkrecht zu den Schichten verlaufenden Krystallfasern" bloss ein Spiel mit Worten, eine unklare ideale Anschauung sei; ich muss mir doch denken, dass die Krystallfasern dem Verfasser reale Dinge sind, Theile des Stärkekorns, die man allenfalls mit ausreichenden Mitteln von einander trennen könnte, dass nach seiner Meinung die Substanz in den Fasern eine grössere Cohaesion hat als die Fasern unter einander, dass die Micelle („Moleküle") in den Fasern eine andere Anordnung besitzen als beim Uebergange von einer Faser zur andern, dass im imbibirten Stärkekorn zwischen den Fasern mehr Wasser eingelagert ist als zwischen den Micellen („Molekülen") der nämlichen Faser.

Sind die „Krystallfasern", welche das Stärkekorn zusammensetzen sollen, in dieser Weise beschaffen, sind es reale Dinge (als bloss ideale Gebilde fänden sie keinen Platz in einer naturwissenschaftlichen Abhandlung), dann hätte die Mechanik des Wachsthums von ihnen als den

nächsten, und nicht von „Molekülen" als den ferneren Bestandtheilen ausgehen sollen. Denn alle Mechanik eines zusammengesetzten Körpers beruht auf den Theilen, die ihn zunächst zusammensetzen, beispielsweise die Mechanik eines Holzbaues auf den Balken (nicht auf den Zellen oder Fasern derselben), die Mechanik eines Zellgewebkörpers auf den Zellen (nicht auf den Micellen oder Molekülen), die Mechanik der Krystalloide auf den Micellen, die Mechanik der Krystalle und der Micelle auf den Molekülen oder Pleonen (Molekülcomplexen).

Die Theorie des Wachsthums der Stärkekörner hätte also die doppelte Aufgabe gehabt, einmal die Entstehung der einzelnen „Krystallfasern" aus den Micellen („Molekülen") und ferner die Entstehung der ganzen Körner aus den zusammentretenden „Krystallfasern" zu entwickeln, und namentlich bezüglich der Mechanik zu zeigen, wie aus der Vereinigung der Fasern mit Nothwendigkeit die in Wirklichkeit vorhandenen und die inneren Umwandlungen bedingenden Spannungen hervorgehen. Von Allem dem ist aber keine Rede; die Schlusstheorie wird weder mit der Anfangstheorie in Beziehung gebracht, noch wird sie begründet und ausgeführt. Wir erfahren nicht einmal, welche Form die angeblichen Fasern besitzen, und welche Länge ihnen im Verhältniss zu der Dicke der dichten und weichen Schichten zukommen soll. Aufklärungen über beide Punkte waren aber nächst liegende Erfordernisse ersten Ranges, um nur eine oberflächliche Vorstellung von der Rolle zu geben, welche die „Krystallfasern" beim Aufbau des Stärkekorns spielen könnten. Die Wichtigkeit der Länge und Anordnung der Fasern für die Bildung einer weichen Schicht in der Mitte einer dichten ist in die Augen springend; und was die Form betrifft, so ständen zwei Möglichkeiten offen. Entweder hätten die „Krystallfasern" die gewöhnliche lineare Gestalt; dann liesse sich daraus leicht eine

negative, unmöglich aber die gegebene positive Spannung je der äusseren Micellarschichten ableiten; — oder sie besässen die ungewöhnliche Form von Pyramiden; dann müsste gezeigt werden, wie und warum diese Pyramiden nach aussen, d. h. nach ihrer Basis hin stets von Neuem sich zerfasern.

Das Endergebniss, welches den Bau des Stärkekorns definirt, passt so wenig zu den früheren Ausführungen und tritt so unmotivirt auf, dass es sich nicht wie ein Ergebniss sondern wie eine neue und unausgeführte These ausnimmt, und zwar nicht wie eine These des Verfassers, sondern eher wie die These eines Gegners, die derselbe dem Verfasser entgegengesetzt. Die Abhandlung schliesst mit einer Dissonanz, die kaum greller sein könnte, und wie sie am wenigsten in der Musik erlaubt ist, welche man exacte Forschung nennt.

Sitzung vom 9. Juli 1881.

Herr A. Vogel spricht:

„Ueber Nicotinbestimmung und Tabakverbrennungsprodukte".

Die beinahe alljährlich sich steigernde Consumtion der Tabaksblätter und der damit sich mehrende Anbau der Tabakspflanze darf die Aufmerksamkeit rechtfertigen, welche von zahlreichen Chemikern diesem narkotischen Genussmittel zugewendet wird. Ich habe daher Veranlassung genommen, eine frühere Versuchsreihe über diesen Gegenstand [1]) neuerer Zeit wieder aufzunehmen und war bestrebt, unter Zugrundelegung und theilweiser Wiederholung meiner Versuche thunlichst die Resultate zu ergänzen. Als eine Lücke meiner damaligen Arbeit (a. a. O.), welche vorzugsweise dem von mir im Tabaksrauche entdeckten Schwefelwasserstoff- und Cyangehalte, dann dem Ammoniak-, Wasser- und Aschengehalte verschiedener Tabaksorten Rechnung getragen, konnte es bezeichnet werden, dass die Bestimmung des Nicotingehaltes nicht berücksichtigt war. Der Hauptgrund jener Unterlassung lag in dem Umstande, dass mir zahlreiche mit der üblichen Methode der Nicotinbestimmung ausgeführte Versuche keine vollkommen entsprechenden Resultate zu liefern schienen. Die ziemlich allgemein ange-

---

1) Chemisch-technische Beiträge 1860 S. 96.

wendete Methode der quantitativen Bestimmung des Nicotin besteht darin, dass man 10 g feingepulverten Tabaks nach Zusatz von Ammoniak im Verdrängungsapparat durch Aether extrahirt. Nach sechsstündiger Einwirkung wird der abdestillirte Aether in einer Porcellanschaale verdunstet; der aus Nicotin, Fett und Harz bestehende Rückstand wird mit Wasser vermischt und durch Schwefelsäure (100 C. C. Schwefelsäure = 2 g Nicotin) titrirt.

Eine grössere Reihe nach dieser Methode ausgeführter Nicotin-Bestimmungen veranlassten mich zu der Vermuthung, dass auf diesem Wege erhaltene Resultate unter Umständen etwas zu hoch ausfallen. Es erscheint nämlich in der That schwierig, die letzten Reste von Ammoniak, welche zur Extraktion der Tabakblätter verwendet werden, vollkommen durch Verdunsten zu entfernen, namentlich dann, wenn das Ammoniak nicht ganz frei von Kohlensäure ist oder während der mehrstündigen Extraktion Kohlensäure absorbirt hat. Das Verdunsten muss, um Nicotinverlust zu vermeiden, unter der Temperatur des kochenden Wassers vorgenommen werden, — eine Temperatur, bei welcher kaustisches, aber namentlich kohlensaures Ammonium in breiartigen Flüssigkeiten nach meinen Erfahrungen mitunter hartnäckig zurückbleibt. Dass aber in diesem Falle, wo es sich um die alkalimetrische Titrirbestimmung eines dem Ammonium so nahestehenden Alkaloides wie das Nicotin, handelt, diess von nicht unwesentlichem Einfluss sein müsse, bedarf nicht besonderer Erwähnung. Vergleichende Versuche, wobei der Extraktionsrückstand in dem einen Falle stärker in einem anderen Falle schwächer erwärmt worden war, ergab bemerkbare Unterschiede.

Ich habe desshalb die von F. Mayer zur quantitativen Bestimmung der Alkaloide angegebene Methode mit Jodkalium-Quecksilberjodid speciell zur Nicotinbestimmung anzuwenden versucht. Zu dem Ende wurden 13,586 g Queck-

silberchlorid und 49,8 g Jodkalium in Wasser gelöst und zu je 1 Liter verdünnt.

Durch diese $^1/_{10}$ normale Kaliumquecksilberjodidlösung entstehen in saurer, neutraler und schwach alkalischer Lösung der Alkaloide weisse voluminöse Niederschläge, gleichzeitig wird hiedurch auch eine Trennung von Ammon möglich. 1 C. C. dieser $^1/_{10}$ normalen Lösung fällt 0,00405 g Nicotin. Zur Ausführung der Analyse wurden 15 g des zerkleinerten Tabakes in ein Kölbchen gebracht, mit 15 Tropfen verdünnter Schwefelsäure versetzt und soviel Weingeist von 85% hinzugefügt, dass das Gewicht des Alcohols und der Schwefelsäure zusammen 150 g betrug. Das Gewicht des Kölbchens mit Inhalt wurde hierauf notirt, der Tabak bei ca. 60° C. einige Zeit digerirt, worauf wieder gewogen und der durch die Digestion verdunstete Alkohol ersetzt wurde. Von der so erhaltenen Tabaktinktur wurden nun 50 g ($^1/_3$ der Flüssigkeit) abfiltrirt, der Weingeist unter Zusatz von Wasser verdampft. Zu der mit der nöthigen Menge Wasser verdünnten trüben Lösung setzte man nun soviel von der nach oben bereiteten Kaliumquecksilberjodidlösung als noch ein weisser Niederschlag entstand.

Um das Ende der Reaction genau zu erkennen ist es nöthig, sobald man in der Flüssigkeit keine neu entstehende Trübung mehr wahrnehmen kann, nach einigem Stehen etwas von der Flüssigkeit auf ein Uhrglas zu bringen und zu sehen ob ein Zusatz von der Titrirflüssigkeit eine weitere Füllung hervorbringt. Nach einigem Stehen wird der Niederschlag krystallinisch, kann durch Filtriren von der Flüssigkeit getrennt werden und letztere darf mit der Titrirflüssigkeit und einem Tabakauszuge keine weisse Trübung mehr zeigen.

Wenn der Tabakauszug keine durch salpetersaures Silber fällbaren Stoffe enthält, — was sehr häufig der Fall ist —, so kann der Ueberschuss der Kalium-Quecksilber-

jodidlösung ohne vorhergehende Filtration direkt durch eine $^1/_{10}$ oder $^1/_{100}$ normale Silberlösung, nachdem vorher neutrales chromsaures Kali zugesetzt, in bekannter Weise bestimmt werden.

1 C. C. der $^1/_{10}$ normalen Jodquecksilberlösung erfordert 4 C. C. der $^1/_{10}$ normalen oder 40 C. C. der $^1/_{100}$ normalen Silberlösung. Jeder C. C. der $^1/_{10}$ normalen oder jede 10 C. C. der $^1/_{100}$ normalen Silberlösung entsprechen 0,25 C. C. der $^1/_{10}$ normalen Jodquecksilberlösung. Da bei der angegebenen Concentration der Probeflüssigkeit der entstandene Niederschlag durch einen Ueberschuss des Fällungsmittels nicht angegriffen wird, so genügt es, bei reinen Lösungen des Nicotin's die Jodquecksilberlösung im geringen Ueberschuss zuzusetzen und darauf sogleich, nach Zusatz von chromsaurem Kalium, salpetersaure Silberlösung bis zur bleibenden Endreaktion zuzusetzen. Ich habe es zweckmässig gefunden, die Kaliumquecksilberjodidlösung auf eine Nicotinlösung von bestimmtem Gehalte empirisch einzustellen. Herrn M. A. Ekarius, welcher auf meinen Wunsch die Versuche ausführte, bin ich zum besonderen Danke verpflichtet.

Nicotinbestimmungen in solcher Weise mit den verschiedensten Tabaksorten ausgeführt haben durchgehends geringere Quantitäten Nicotin ergeben, als durch die Extraktion mit Ammoniak und Aether; in keiner bis jetzt untersuchten Tabaksorte mehr als 4%, da wie bekannt frühere Angaben von 1 bis 7% wechseln.

Im Kautabak z. B. wurde nach der einen Methode 6, nach der anderen 3,9% Nicotin gefunden. Ob diese Methode mit Kaliumquecksilberjodid in der That der Extraktion mit Aether und Ammoniak vorzuziehen sei, muss sich durch weitere Versuche herausstellen. Die Empfindlichkeit des Kaliumquecksilberjodid ist eine sehr grosse. Mayer gibt schon an, dass durch dieses Reagens $^1/_{25000}$ Nicotin in einer Flüssig-

keit nachgewiesen werden könne. Ich habe nach vielfachen Beobachtungen Grund anzunehmen zu dürfen, dass die Empfindlichkeit noch etwas grösser sei. Lässt man die beiden Flüssigkeiten in der oben angegebenen Weise auf einander einwirken, so entsteht auch bei einer Verdünnung von $^1/_{30,000}$ eine deutlich opalisirende Zone.

Wenn nicht eine quantitative Bestimmnng des Nicotin beabsichtigt ist, sondern es sich nur darum handelt, zu entscheiden, ob in der einen oder anderen Tabaksorte der Nicotingehalt grösser oder geringer sei, so genügt es, eine gewogene Menge zerkleinerter Tabakblätter mit kochendem Alkohol auszuziehen und die filtrirten Lösungen zum Vergleiche mit der Probeflüssigkeit bis zur Endreaktion aus graduirtem Rohre zu versetzen.

Nach Abschluss meiner hier erwähnten Versuche über Nicotinbestimmung mittelst Kaliumquecksilberjodid ist eine Mittheilung im neuesten so eben erschienenen Hefte der „Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft" (1881, 27. Juni, Nr. 11) über die Bestimmung der Alkaloide durch Kaliumquecksilberjodid zu meiner Kenntniss gelangt. A. B. Prescolt (Americ. chem. Journ. 1880, II, 294) gibt an, dass das Verhältniss zwischen Alkaloid und Kaliumquecksilberjodid im Niederschlage mit der Dauer der Einwirkung, der Temperatur, der Concentration der Lösung u. s. w. wechselt. In einigen Fällen stimmen die gewichtsanalytisch ermittelten Zahlen mit den volumetrisch ermittelten Aequivalenten nach Prescott's Angabe nicht überein. Hierüber fehlt mir selbstverständlich jede Erfahrung, da ich die principielle Gültigkeit der Methode als feststehend angenommen und es überhaupt nur meine Absicht war, die Methode mit Kaliumquecksilberjodid speciell für Nicotinbestimmung zu versuchen. Ohne im Mindesten die Angaben Prescott's bezweifeln zu wollen — diess um so weniger, da mir zur Zeit die Originalabhandlung zur Einsicht nicht vorliegt, — möchte ich

erwähnen, dass die empirische Einstellung der Reaktionsflüssigkeit eine von der theoretischen Zusammensetzung unabhängige Sicherheit in dem Verhältniss zwischen Alkaloid und Kaliumquecksilberjodid, wie sie bei technischen Bestimmungen erforderlich, darbietet. Uebrigens behalte ich mir vor, auf den Gegenstand zurückzukommen. Nach den von mir oben mitgetheilten Angaben scheint die Methode einer geeigneten Endreaktion nicht zu entbehren.

In Betreff des Nicotin's mag hier als historische Notiz eine von mir in dem berühmten Hohberg'schen Werke (Georgica curiosa [1])) aufgefundene hierher bezügliche Stelle Platz finden: „Merkwürdig ist, dass der Grossherzog zu Florenz eine Essence aus dem Tabak gehabt haben soll, damit man eine Taube gleich hat tödten können, wenn man nur einen Faden darin gefeuchtet und durch den einen Flügel gezogen.“ Das Nicotin ist meines Wissens von Vauquelin 1809 in den Tabakblättern entdeckt und von Hermbstädt erst 1820 genauer untersucht worden. Nach der oben angeführten Notiz möchte es beinahe scheinen, dass Einzelne von dem charakteristischen Bestandtheile des Tabaks schon weit früher, jedenfalls vor 1716 einige Kenntniss erlangt hatten.

Den Wassergehalt hat die Untersuchung von 10 Tabaksorten — Trocknen bei 100° C im Luftstrom — zu 8,3 % ergeben. Bei 100° C getrockneter Tabak hat grosse Neigung von neuem Wasser aufzunehmen; einen Tag im Keller ausgebreitet zeigte derselbe schon einen Wassergehalt von 12,2%, und nach 3 Tagen war der Wassergehalt auf 16% gestiegen. Ein noch längerer Aufenthalt im Keller bewirkte keine weitere Gewichtszunahme, die erwähnte Aufnahme scheint daher die äusserste Grenze der Wasserabsorption zu sein, wenigstens bei dem im bezeichneten Lo-

1) Theil III, Buch 7, S. 50, 1716.

kale gerade bestehenden Feuchtigkeitsgrade der Atmosphäre, welche selbstverständlich auf die Wasserabsorption nicht ohne Einfluss sein kann. Im Allgemeinen resultirt aus den angegebenen Versuchen der getrocknete Tabak als eine nicht unbedeutend hygroskopische Substanz.

Ein gewisser Wassergehalt ist nach meinem Dafürhalten in den fertiggestellten Tabaksorten ein wesentlicher Faktor. Obgleich eine vollständige wissenschaftlich begründete Theorie der Vorgänge bei Zubereitung des Tabakes zur Zeit noch nicht existirt, so kennen wir doch als das Wesentliche hiebei eine bei + 35° C verlaufende Gährung, durch welche zum grössten Theile die albuminartigen Bestandtheile des Blattes zerstört, dagegen charakteristisch riechende Aetherarten, die man nicht unpassend mit dem Bouquet des Weines verglichen, erzeugt werden. Wenn nun dieser Gährungsvorgang allerdings zum grössten Theile in den befeuchteten und auf Haufen geschlagenen Blättern stattfindet, ausserdem noch durch die Behandlung der Blätter mit besonders für diesen Zweck zubereiteten Beizen wesentlich gefördert wird, so ist doch hiezu immerhin ein gewisser Feuchtigkeitsgrad unbedingt nothwendig. Beim langsamen Trocknen an der Luft bleiben stets 8 bis 10% Wasser unberührt und ich zweifle nicht, dass dieser Wassergehalt bei dem Ablagern, wodurch notorisch Wertherhöhung erzielt wird, eine wichtige Rolle übernimmt, indem bei diesem obwohl sehr vermindertem Feuchtigkeitsgrade der Vorgang der Gährung, wenn auch langsam, doch immerhin fortschreitet, während durch rasche künstliche Trocknung die Gährungserscheinungen gänzlich unterbrochen werden.

Die Aschenbestimmung mit 10 verschiedenen Rauchtabaksorten vorgenommen ergab durchschnittlich 21,1%, in 7 Sorten Cigarren 20,2%. Man kann das Gewicht der gewöhnlichen Cigarre zu 5 g annehmen, das einzelne Stück hinterlässt daher ungefähr 1 g Asche. Die Tabakasche

enthält in runden Zahlen 40 % Kalkerde und 30 % Kali. Die Reaktion auf Phosphorsäure mittelst molybdänsaurem Ammoniak ist eine überaus deutliche, der Phosphorsäureprocentgehalt beträgt ungefähr 4. Hiernach erscheint diese Asche für landwirthschaftliche Zwecke nicht ohne Bedeutung, was bei der grossen Menge der resultirenden Asche Berücksichtigung verdient.

Eine andere Versuchsreihe hatte zum Zweck, die Menge des Ammoniaks in den Verbrennungsprodukten des Tabaks und somit die dem Raucher durch gewogene Quantitäten zugeführten Ammoniakmengen zu bestimmen. Bekanntlich wird geröthetes Lakmuspapier durch darauf geleiteten Tabakrauch blau gefärbt. Diese Bestimmung geschah in meinen früheren Versuchen [1]) dadurch, dass man die Verbrennungsprodukte verschiedener Sorten von Tabakblättern mittelst einer besonders dazu hergestellten Vorrichtung durch eine kalt gesättigte alkoholische Lösung von Weinsäure geleitet. Der Rauch, welcher durch die Lösung hindurchgeströmt war, zeigte vollkommen neutrale Reaktion zum Beweise, dass die ganze Menge des Ammoniaks in der Weinsäure vollständig zurückgehalten war. Der mit Alkohol hinreichend ausgewaschene krystallinische, weisse Niederschlag hat sich als saures weinsaures Ammoniumoxyd ergeben. Da dieses Salz in 100 Theilen 15,5 Theilen Ammoniumoxyd entspricht, so konnten daraus die für verbrannte Mengen Tabak erhaltenen Procente berechnet werden. Das vollständige Auswaschen des Niederschlags mit Alkohol und Trocknen des sauren weinsauren Ammoniaks bei 100° C ist immerhin etwas zeitraubend. Ich habe daher die gewichtsanalytische Bestimmung durch ein Titrirverfahren ersetzt. Zu dem Ende bringt man in den Rauchapparat eine gemessene Menge, 10 bis 12 C. C., einer

1) Chemisch-technische Beiträge S. 96.

kalt gesättigten alkoholischen Lösung von Weinsäure. Nach dem Durchleiten einer bestimmten Menge Rauches wird der Niederschlag von saurem weinsaurem Ammoniak auf ein Filtrum gespült, mit Alkohol nachgewaschen und diese Lösung mit Normalnatron titrirt. Aus der Differenz im Verbrauche des Normalnatron's vor und nach dem Durchrauchen ergibt sich die Menge des Ammoniaks.

In dieser Weise wurden 10 Sorten Rauchtabak und 10 Sorten verschiedenwerthiger Cigarren untersucht. Als Durchschnittszahl ergab sich für die Tabaksorten ein Ammoniakgehalt im Rauche zu 0,591 %, für die Cigarren zu 0,794 %. Die Erhöhung des Procentgehaltes im letzteren Falle dürfte sich wohl durch den Umstand erklären, dass zur Cigarrenfabrikation stets weit stärkere Tabaksorten gewählt werden. Die einzelnen Versuchszahlen sind bei den Cigarren nahe übereinstimmend, gehen dagegen bei den untersuchten Tabaksorten ziemlich weit auseinander, veranlasst durch die verschiedene Art der Verbrennung. Ob indess der Ammoniakgehalt des Tabakrauches überhaupt zu dem Werthe der Sorten in gewisser Beziehung stehe, — diess mit Sicherheit zu entscheiden, muss weiteren ausgedehnten Versuchen vorbehalten bleiben. Jedenfalls ergiebt sich aus diesen Zahlen, dass bei starkem Gewohnheitsrauchen dem Organismus immerhin eine nicht unbedeutende Menge von Ammoniak durch den Rauch zugeführt wird.

Aus den Versuchsresultaten kann gefolgert werden, dass die Art des Verbrennens auf den Ammoniakgehalt des Rauches nicht ohne Einfluss sei. Dieselbe Tabaksorte durch Thoncylinder und zum Vergleiche durch Glascylinder geraucht ergab eine Differenz des sauren weinsauren Ammoniaks von 7 : 9, die Differenz in Cigarrenform und aus verschlossenen Pfeifen gerauchten Tabaks ist noch bedeutender, sie verhält sich wie 3 : 9. Es erklärt sich hieraus die Thatsache, dass starke türkische Tabaksorten bekanntlich als Cigaretten

sehr wohl geraucht werden können, während bei Verbrennung im verschlossenen Raume die Verbrennungsprodukte zu stark ammoniakalisch auftreten. Diess dürfte wohl damit zusammenhängen, dass bei der einen Art durch allseitigen Luftzutritt die Verbrennung eine weit vollständigere ist, als bei der anderen, welche einer trocknen Destillation näher steht. Diess bestätigt sich besonders durch die angegebene Erfahrung, dass die Verbrennungsprodukte aus porösem Thon weniger ammoniakhaltig sind, als die aus Glasgefässen, welche den seitlichen Luftzutritt gänzlich ausschliessen. —

Dass in den Verbrennungsprodukten der Tabakblätter Schwefelwasserstoff vorhanden — die Gegenwart des Schwefelwasserstoffs im Tabakrauche habe ich schon früher nachgewiesen [1]) — ergibt sich sehr einfach daraus, dass Tabakblätter in einem Proberohre erhitzt ein darüber gehaltenes Bleipapier alsbald braun färben. Auch die auf gewöhnliche Weise hergestellte Tabakasche — durch Einäschern im offenen Platintiegel — entwickelt mit Salzsäure behandelt nicht selten bemerkbaren Schwefelwasserstoff. Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass diese Bildung von Schwefelwasserstoff beim Einäschern auf die Genauigkeit der Schwefelsäurebestimmung in Pflanzentheilen unter Umständen nicht ohne Einfluss bleiben könne. Behandelt man Tabakblätter mit Salpeter-Salzsäure in der Wärme, so löst sich nach und nach das Tabakpulver vollkommen auf. Die Bestimmung der Schwefelsäure in dieser sauren Lösung mittelst Chlorbaryum ergibt stets etwas höhere Resultate für die Schwefelsäurebestimmung, als dieselbe sich in der Asche herausstellt. Von 100 Theilen im Tabak enthaltener Schwefelsäure entziehen sich ungefähr 6 bis 8 % der Fällung durch Chlorbaryum aus der Asche.

---

1) a. a. O. S. 108.

Wiederholt ist behauptet worden, dass der Werth des Tabaks, d. h. dessen angenehmer Geruch und aromatischer Geschmack von dem Gehalte an Nicotianin abhängig ist, während die Quantität des Nicotin's in den Tabakblättern wie bekannt zur Qualität des Tabaks in keiner, oder sogar in umgekehrter Beziehung steht. Dieser Körper ist vorläufig noch nicht vollständig untersucht,[1]) wie es scheint wegen der äusserst geringen Menge seines Vorkommens in den Tabaksblättern. Nach einer angestellten Berechnung würden zur Ausbeute eines Gramms Nicotianin ungefähr 25 Pfund Tabakblätter mit Wasser destillirt werden müssen. Nach Wagner [2]) ist das Nicotianin möglicherweise mit dem Cumarin ($C_9 H_8 O_2$), einem Stoffe identisch, der in den Tonkabohnen (Dipterix odorata), im Waldmeister (Asperula odorata), im Melilotus officinalis und Anthoxanthum odoratum, sowie in den Fahamblättern (Angraecum fragrans) und in den Blättern von Liastris odoratissima (aus der Familie der Asteraceen) sich findet. Daher vielleicht auch instinktmässig die Anwendung der Tonkabohnen zum Aromatisiren des Tabaks und die des Melilotus zum Beimengen des Rauchtabaks, wie es in Ungarn häufig geschieht. Vielleicht hat die in der neueren Zeit ausserordentlich in Aufnahme gekommene, aber sorgfältigst geheim gehaltene Anwendung der aus Harn bereiteten Benzoësäure bei der Tabakfabrikation den Zweck, ein Surrogat für den geringen Nicotianingehalt der schlechteren Tabaksorten abzugeben.

Um die Gegenwart von Nicotianin in Tabakblättern nachzuweisen, habe ich feinzertheilte Blätter mit dem zehnfachen warmen destillirten Wasser übergossen und nach einigen Stunden Digestion aus einer Retorte destillirt. Es geht ein Destillat über, wenig gelblich gefärbt, von ange-

1) Magaz. für Pharmacie, 24, S. 138.

2) Handbuch der chem. Technologie S. 171.

nehmem Geruch und bitterlich aromatischem Geschmack, auf dessen Oberfläche sich durchsichtige schuppenartige Blätter abscheiden. Eine starke Abkühlung der Vorlage von Beginn der Destillation an schien mir nothwendig, indem bei der leichten Verflüchtigung der Blättchen in mässiger Wärme eine Verringerung der Quantität eintreten könnte. Die überdestillirte Flüssigkeit selbst reagirt schwach alkalisch, bringt man aber geröthetes Lakmuspapier freihängend unter Korkverschluss über die Flüssigkeit, so tritt alsbald Blaufärbung ein. Ohne einer späteren Mittheilung über diesen Gegenstand vorgreifen zu wollen, mag nur vorläufig erwähnt werden, dass bei verschiedenen Tabaksorten die Menge der durch Destillation mit Wasser abgeschiedenen Blättchen sich sehr verschieden ergeben hat. Während anerkannt werthvolle Sorten krystallinische Abscheidung in deutlicher Menge zeigten, ergaben die schlechteren Sorten, sogenannter Kneller, fast keine bemerkbare Abscheidung. Wenn hiernach der Werth des Tabaks in der That mit dem Gehalte an Nicotianin in gewissem Zusammenhange zu stehen scheint, so dürfte es genügen ungefähr 100 g der zu untersuchenden Blätter mit Wasser zu destilliren, um aus der Menge des ausgeschiedenen Tabakcampher's einen Anhaltspunkt für Werthbeurtheilung zu gewinnen. Indess ist die allgemein angenommene Bedeutung des Nicotianin's für das Aroma des Tabaks durch die neueren Beobachtungen Le Bon's (Journ. de Thérap.), die ich wiederholt zu bestätigen Gelegenheit hatte, etwas verringert worden. Leitet man nämlich Tabakrauch mittelst eines Aspirators durch Schwefelsäure, so wird selbstverständlich Nicotin, Nicotianin und Ammoniak von der Säure vollständig absorbirt. Dieser durch Schwefelsäure geleitete Tabakrauch hat aber ungeachtet der Abgabe der genannten flüchtigen Substanzen auch jetzt noch einen sehr angenehmen Geruch, welcher sich vorgeschlagenem Wasser beim

Durchleiten zutheilt und demselben in verschlossenen Gefässen aufbewahrt lange Zeit erhalten bleibt. Es kömmt hier demnach ausser dem Nicotianin noch eine andere flüchtige, von Säuren nicht absorbirbare aromatische Substanz in Betracht, welche bei feineren Tabaksorten in grösserer Menge, als in geringeren, auftreten soll. Jedenfalls verdient diese Angabe weitere experimentelle Berücksichtigung.

Endlich sehe ich mich noch an dieser Stelle zu einigen Bemerkungen veranlasst über den von mir im Jahre 1860 zuerst im Tabakrauch nachgewiesenen Cyangehalt.[1]) Derselbe ist bald nach Veröffentlichung meiner Arbeit mitunter in Zweifel gezogen worden. Eine Erwiderung hierauf hielt ich nicht für nöthig, da ich ganz sicher war, dass ein jeder Chemiker, der sich nach meinen Angaben mit dem Gegenstande beschäftigen würde, sich in der Folge von der Richtigkeit der Thatsache überzeugen müsse. Gegenwärtig scheint der Cyangehalt des Tabakrauches allgemein und allenthalben anerkannt zu sein. Le Bon (a. a. O.) gibt an, dass 100 g des gewöhnlichen Tabaks 3 bis 4 mg, türkischer Tabak dagegen 7 bis 8 mg Blausäure enthalte. Die hier gefundenen Quantitäten stimmen mit meinen früheren Resultaten nicht ganz überein, welche höhere Zahlen zeigten. Ich habe bei meiner früheren Arbeit auf die ungefähre quantitative Bestimmung des Cyan's keinen besonderen Werth gelegt, da es mir vorläufig von hinreichendem Interesse schien, in den Verbrennungsprodukten des Tabaks, — eines Genussmittels des täglichen Lebens — auf das Entschiedenste Cyan nachgewiesen zu haben. Ausserdem hatte ich mir vorbehalten, auf die quantitative Bestimmung des Cyan's im Tabakrauche in der Folge ausführlicher zurückzukommen. Meine später wieder aufgenommenen Versuche

1) Chem.-techn. Beiträge S. 109.

haben in den meisten Tabaksorten 7 bis 9 mg Cyan pro 100 g Tabak ergeben, nur in einer Sorte, welche zufällig Jahre lang in unbedeckter Aufbewahrung abgelagert war, erschien die Menge sehr wesentlich vermindert. Auch die Art des Rauchens der Tabakblätter, überhaupt die Art der Verbrennung, scheint wie ich schon (a. a. O.) gezeigt habe, auf die Bildung der Blausäure im Tabakrauche nicht ohne Einfluss zu sein. Hiernach dürfte es wohl schwierig sein eine quantitative Angabe des Cyangehaltes im Tabakrauche von allgemeiner Gültigkeit festzustellen. Das Vorkommen des Cyans im Tabakrauche ist übrigens a priori gerade nicht auffallend, da dasselbe ja, wie man weiss, unter den Destillationsprodukten von Steinkohlen und Torf in sehr reichem Maasse vorkömmt, ja sogar die Darstellung der Blausäure aus Steinkohlen in Frankreich patentirt ist. „Aus 100 kg Gaskalk können 15 g Berlinerblau erhalten werden" nach einer Mittheilung Krafft's (Dingler's polytechn. Journal B. 135 S. 393).

Wenn es sich um den Nachweis des Cyan's im Tabakrauche handelt, ist dessen Abscheidung in Form von Berlinerblau, wie ich diess schon früher angegeben, die einfachste und sicherste Methode. Zu dem Ende leitet man mittelst eines Aspirators Tabakrauch durch eine concentrirte Lösung von kaustischem Kali im langsamen Strome hindurch. Zum einzelnen Versuche scheint es geeignet mindestens 30 g zu verwenden. Die Lösung färbt sich dadurch meistens schwach braun, und muss, wenn beim Verdünnen mit Wasser eine Trübung entsteht, filtrirt werden. Hierauf versetzt man die Lösung mit schwefelsaurem Eisenoxyd-Oxydul und erwärmt. Dabei findet eine starke Kohlensäureentwicklung statt. Nach Behandlung des erhaltenen Niederschlages mit überschüssiger Salzsäure löst sich das gefällte Eisenoxyd-Oxydul unter Zurücklassung von Berlinerblau. Ist das durch Auswaschen mit Wasser

und Alkohol erhaltene Berlinerblau durch die brenzlichen Bestandtheile des Tabakrauches noch schmutzig grün gefärbt, so muss es durch Schütteln mit Aether und Alkohol von dieser Verunreinigung befreit werden, worauf es in seiner charakteristischen tief dunkelblauen Färbung auf dem Filtrum zurückbleibt. Auf Vernachlässigung dieser Manipulation beruhen wohl mitunter die Misserfolge in dem Nachweise des Cyan's im Tabakrauche. Am schönsten wird das Berlinerblau durch Regeneration erhalten, wenn man das auf dem Filtrum befindliche möglichst vollständig ausgewaschene Berlinerblau mit verdünnter Kalilauge zersetzt und in die vom Eisenoxyde abfiltrirte Lösung ein Eisenoxyd-Oxydulsalz bringt, wodurch es nach der Behandlung mit Salzsäure von fremden Beimengungen befreit sehr rein zurückbleibt.

Herr v. Jolly theilt mit und bespricht eine Abhandlung von Herrn E. Lommel:

„Theorie der Drehung der Polarisationsebene".

In den folgenden Zeilen gedenke ich zu zeigen, dass die Lichttheorie, welche ich in mehreren früheren Abhandlungen [1]) aufgestellt habe, die Drehung der Polarisationsebene, und zwar sowohl die magnetische als die natürliche, in sehr einfacher Weise erklärt. Jener Theorie liegen folgende Vorstellungen zu Grunde: 1) der zwischen den Körpermolekülen enthaltene Aether ist von derselben Beschaffenheit wie der freie Aether; insbesondere ist derselbe unzusammendrückbar; 2) zwischen Aether- und Körpertheilchen findet eine der Reibung analoge Wechselwirkung statt, welche ihrer relativen Geschwindigkeit proportional ist; 3) auf jedes Körpertheilchen wirken die ihm eigenthümlichen elastischen Kräfte, und 4) ein seiner Geschwindigkeit proportionaler Widerstand.

Dieser Widerstand, welchen man etwa durch die dem Molekül als integrirender Bestandtheil zugehörige Aetherhülle hervorgebracht denken kann, ist für ein Molekül von gewöhnlicher Beschaffenheit nach allen Richtungen hin der nämliche. Kreist aber um das Molekül ein elektrischer Strom, oder ist dasselbe schraubenförmig gebaut, so muss dieser Widerstand nach verschiedenen Richtungen ver-

1) Wied. Ann. 3. p. 251 u. 339. 1878; 4. p. 55. 1878.

schieden, und zwar für Bewegungen rechts herum ein anderer sein als für Bewegungen links herum.

Um die Gesetze der Wellenbewegung in Körpern von von solcher Beschaffenheit darzustellen, ist es daher nur erforderlich, in den Bewegungsgleichungen der Moleküle das auf den molekularen Widerstand bezügliche Glied derart zu vervollständigen, dass es jene Verschiedenheit hinsichtlich rechts- und linksherum gehender Bewegungen zum Ausdruck bringt, während die Gleichungen für die Bewegung des Aethers ungeändert bleiben.

I. Die magnetische Drehung der Polarisationsebene.

Bezeichnen x, y, z die rechtwinkligen Coordinaten der gemeinschaftlichen Gleichgewichtslage der in demselben Volumenelemente enthaltenen Körpermasse m und Aethermasse μ, und x', y', z', ξ', η', ζ' ihre resp. Coordinaten nach eingetretener gegenseitiger Verschiebung, so gilt in einem isotropen, von magnetischen Kräften nicht beeinflussten Mittel für die Bewegung der Körpermasse m parallel der x-Axe die Gleichung:

$$m\frac{d^2(x'-x)}{dt^2} = -2\,Km\frac{d(x'-x)}{dt} - mp^2(x'-x) - 2m\nu\left(\frac{d\xi'}{dt} - \frac{dx'}{dt}\right)$$

und für die Bewegung des Aethers nach derselben Richtung die Gleichung:

$$\mu\frac{d^2(x-\xi')}{dt^2} = \omega^2\left(\frac{d^2(x-\xi')}{dx^2} + \frac{d^2(x-\xi')}{dy^2} + \frac{d^2(x-\xi')}{dz^2}\right) + 2m\nu\left(\frac{d\xi'}{dt} - \frac{dx'}{dt}\right),$$

in welchen das mit der Constanten ν multiplicirte Glied die Wechselwirkung zwischen Aether und Körpertheilchen, das mit k behaftete Glied den molekularen Widerstand aus-

drückt. Analoge Gleichungen entsprechen den Bewegungen parallel der y- und z-Axe. Zu diesen sechs Gleichungen kommt noch hinzu die Bedingung für die Unzusammendrückbarkeit des Aethers:

$$\frac{d(x-\xi')}{dx}+\frac{d(y-\eta')}{dy}+\frac{d(z-\zeta')}{dz}=o,$$

welche fordert, dass die Aetherschwingungen in der Wellenebene oder transversal erfolgen.

Wählen wir die Normale der Wellenebene als z-Axe, so ist $z-\zeta'=o$; die auf die z-Axe bezüglichen Bewegungsgleichungen sind alsdann von selbst erfüllt, und die noch übrigen den beiden andern Axen entsprechenden Gleichungen dienen zur Bestimmung der Verschiebungen als Functionen von z und t.

Werden nun durch eine zur Wellennormale (z-Axe) parallele magnetisirende Kraft-Molekularströme inducirt (wie bei diamagnetischen Körpern), oder vorhandene Molekularströme gerichtet (wie bei magnetischen Körpern), so bewirken diese kleinen Stromkreise, deren Ebenen zur Wellenebene parallel sind, dass der nach der x-Axe gerichtete molekulare Widerstand nicht blos von der x-Componente, sondern auch von der y-Componente der Geschwindigkeit abhängig wird, und sonach die Form

$$-2\,Km\frac{d(x'-x)}{dt}-2\,\delta m\frac{d(y'-y)}{dt}$$

annimmt, wo 2δ ein von der Stärke der Molekularströme abhängiger Coefficient ist; dasselbe gilt von dem nach der y-Axe gerichteten Widerstand, welcher, weil diese Kräfte durch eine beliebige Drehung um die z-Axe ungeändert bleiben, sich nothwendig in der Form

$$-2\,Km\frac{d(y'-y)}{dt}+2\,\delta m\frac{d(x'-x)}{dt}$$

darstellt.

Bildet die Richtung der magnetisirenden Kraft mit der Fortpflanzungsrichtung der Welle, und sonach auch die Ebene der Molekularströme mit der Wellenebene einen Winkel α, so kommt von jedem Strömchen nur die in die Wellenebene fallende Componente zur Wirkung, und man hat $2\delta\cos\alpha$ statt 2δ zu setzen. Dabei denken wir uns die Normale der Stromebene stets nach der Seite errichtet, von welcher aus gesehen der Strom in der Richtung des Uhrzeigers kreist.

Die Bewegungsgleichungen der Körpertheilchen (1) und des Aethers (2) ergeben sich daher wie folgt:

$$(1)\begin{cases} m\dfrac{d^2(x'-x)}{dt^2} = -2Km\dfrac{d(x'-x)}{dt} - 2\delta\cos\alpha.m\dfrac{d(y'-y)}{dt} \\ \qquad -mp^2(x'-x) - 2m\nu\left(\dfrac{d\xi'}{dt} - \dfrac{dx'}{dt}\right), \\ m\dfrac{d^2(y'-y)}{dt^2} = \quad 2\delta\cos\alpha.m\dfrac{d(x'-x)}{dt} - 2Km\dfrac{d(y'-y)}{dt} \\ \qquad -mp^2(y'-y) - 2m\nu\left(\dfrac{d\eta'}{dt} - \dfrac{dy'}{dt}\right), \end{cases}$$

$$(2)\begin{cases} \mu\dfrac{d^2(x-\xi')}{dt^2} = \omega^2.\dfrac{d^2(x-\xi')}{dz^2} + 2m\nu\left(\dfrac{d\xi'}{dt} - \dfrac{dx'}{dt}\right), \\ \mu\dfrac{d^2(y-\eta')}{dt^2} = \omega^2.\dfrac{d^2(y-\eta')}{dz^2} + 2m\nu\left(\dfrac{d\eta'}{dt} - \dfrac{dy'}{dt}\right). \end{cases}$$

Man genügt diesen Gleichungen, indem man

$$(3)\begin{cases} x-\xi' = Al, \quad y-\eta' = Bl, \\ x'-x = Ll, \quad y'-y = Ml, \\ l = e^{-(K+\frac{q}{c}i)z+qit} \end{cases}$$

in sie einsetzt, und die Constanten A, B, L, M, ferner das Absorptionsvermögen K und die Fortpflanzungsgeschwindigkeit c in geeigneter Weise bestimmt. Die Grösse 9, d. i. die

mit 2π multiplicirte Schwingungszahl der fortgepflanzten Welle, ist als gegeben anzusehen.

Die Gleichungen (2) nehmen nach Substitution jener Werthe die folgende Gestalt an:

$$\mu q^2 + \omega^2 \left(K + \frac{q}{c} i\right)^2 - 2m\nu qi \left(1 + \frac{L}{A}\right) = o,$$

$$\mu q^2 + \omega^2 \left(K + \frac{q}{c} i\right)^2 - 2m\nu qi \left(1 + \frac{M}{B}\right) = o;$$

sie können gleichzeitig nur bestehen, wenn

$$(4) \qquad \frac{L}{A} = \frac{M}{B} = \varrho$$

gesetzt wird, und ziehen sich alsdann auf die einzige:

$$(5) \quad \mu q^2 + \omega^2 \left(K + \frac{q}{c} i\right)^2 - 2m\nu qi(1 + \varrho) = o$$

zurück.

Aus den Gleichungen (1) dagegen erhält man nach Einsetzung der Werthe (3) die folgenden zwei Bedingungen:

$$(6) \quad \begin{cases} \left(p^2 - q^2 + 2(k - \nu)qi\right) L = -2\delta\cos\alpha . qi\, M + 2\nu qi\, A, \\ \left(p^2 - q^2 + 2(k - \nu)qi\right) M = \quad 2\delta\cos\alpha . 9i\, L + 2\nu qi\, B. \end{cases}$$

Multiplicirt man die erste derselben mit B, die zweite mit A, und zieht sie von einander ab unter Beachtung der Relation (4), so ergibt sich

$$2\delta\cos\alpha . qi\,(AL + BM) = o,$$

oder

$$(7) \qquad AL + BM = o.$$

Addirt man aber die Gleichungen (6), nachdem man die erste mit A, die zweite mit B multiplicirt hat, so erhält man mit Rücksicht auf (4) und (7):

$$(8) \qquad A^2 + B^2 = o,$$

woraus:

(8a) $$B = \pm Ai,$$

und alsdann vermöge (7):

(7a) $$M = \pm Li$$

folgt. Nach Einführung dieser Werthe liefert jede der Gleichungen (6):

(9) $$\frac{L}{A} = \varrho = \frac{2\nu qi}{p^2 - q^2 + 2(k-\nu)qi \pm 2\delta\cos\alpha.q},$$

folglich, wenn man

(10) $$\varrho = \sigma + \tau i$$

setzt:

(11) $$\begin{cases} \sigma = \dfrac{4\nu(k-\nu)q^2}{(p^2 - q^2 \pm 2\delta\cos\alpha.q)^2 + 4(k-\nu)^2 q^2}, \\ \tau = \dfrac{2\nu q(p^2 - q^2 \pm 2\delta\cos\alpha.q)}{(p^2 - q^2 \pm 2\delta\cos\alpha.q)^2 + 4(k-\nu)^2 q^2}. \end{cases}$$

Substituirt man nun $\varrho = \sigma + \tau i$ in die Gleichung (5), so zerfällt dieselbe durch Scheidung des Reellen vom Imaginären in die zwei Gleichungen:

(12) $$\frac{1}{C^2} - \frac{K^2}{9^2} = \frac{\mu}{\omega^2}\left(1 + \frac{2m\nu\tau}{\mu q}\right),$$

(13) $$2 \cdot \frac{K}{q} \cdot \frac{1}{c} = \frac{\mu}{\omega^2} \cdot \frac{2m\nu}{\mu q}(1 + \sigma),$$

aus welchen sich, wenn man der Kürze wegen

$$1 + \frac{2m\nu\tau}{\mu q} = P \quad \text{und} \quad \frac{2m\nu}{\mu q}(1 + \sigma) = Q$$

setzt, und $\frac{\omega}{\sqrt{\mu}}$ (die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichts im freien Aether) = 1 annimmt, die Fortpflanzungsgeschwindigkeit c und der Absorptionscoefficient K wie folgt ergeben:

$$(14) \qquad \frac{1}{c^2} = \frac{1}{2}\left(\sqrt{P^2+Q^2}+P\right),$$

$$(15) \qquad \frac{K^2}{9^2} = \frac{1}{2}\left(\sqrt{P^2+Q^2}-P\right),$$

worin

$$(16) \quad P = 1 + \frac{4m\nu^2}{\mu}\cdot\frac{p^2-q^2\pm 2\,\delta\cos\alpha.q}{(p^2-q^2\pm 2\,\delta\cos\alpha.q)^2+4\,(k-\nu)^2q^2},$$

$$(17) \quad Q = \frac{2m\nu}{\mu 9}\cdot\frac{(p^2-q^2\pm 2\,\delta\cos\alpha.q)^2+4\,k\,(k-\nu)\;q^2}{(p^2-q^2\pm 2\,\delta\cos\alpha.q)^2+4\;\;(k-\nu)^2q^2}$$

ist. Man erhält also, entsprechend dem doppelten Vorzeichen des mit δ behafteten Gliedes, zwei Werthe c' und c'' für die Fortpflanzungsgeschwindigkeit, und zwei zugehörige Werthe K' und K'' für das Absorptionsvermögen.

Die gleichzeitigen Bewegungen der Aether- und der Körpertheilchen werden nun durch die reellen Theile der Ausdrücke (3) dargestellt. Bezeichnen wir zur Abkürzung die Verschiebungen der ersteren mit ξ_1 und η_1, die der letzteren mit x_1 und y_1, so erhalten wir für die Körpertheilchen, da $L = A\varrho$ ist:

$$(18') \quad \left\{\begin{aligned} x'_1 &= AR'e^{-K'z}\cos(qt-\frac{q}{c'}z+\psi'),\\ y'_1 &= AR'e^{-K'z}\sin(qt-\frac{q}{c'}z+\psi'),\\ \text{wo}\quad R' &= \frac{2\nu q}{\sqrt{(p^2-q^2+2\,\delta\cos\alpha.q)^2+4(k-\nu)^2q^2}},\\ \cot g\,\psi' &= \frac{2\,(k-\nu)\,q}{p^2-q^2+2\,\delta\cos\alpha.q}\end{aligned}\right.$$

ist, und

$$(18'')\begin{cases} x_1'' = AR''e^{-K''z}\cos(qt - \frac{q}{c''}z + \psi''), \\ y_1'' = -AR''e^{-K''z}\sin(qt - \frac{q}{c''}z + \psi''), \\ \text{mit} \\ R'' = \dfrac{2\nu q}{\sqrt{(p^2 - q^2 - 2\,\delta\cos\alpha.q)^2 + 4(k-\nu)^2 q^2}}, \\ \operatorname{cotg}\psi'' = \dfrac{2\,(k-\nu)\,q}{p^2 - q^2 - 2\,\delta\cos\alpha.q}. \end{cases}$$

Die Bewegungen der Aethertheilchen dagegen werden ausgedrückt durch die beiden Paare von Gleichungen:

$$(19)\begin{cases} \xi_1' = Ae^{-K'z}\cos(qt - \frac{q}{c'}z), \\ \eta_1' = Ae^{-K'z}\sin(qt - \frac{q}{c'}z); \\ \xi_1'' = Ae^{-K''z}\cos(qt - \frac{q}{c''}z), \\ \eta_1'' = -Ae^{-K''z}\sin(qt - \frac{q}{c''}z), \end{cases}$$

welche ersichtlich zwei entgegengesetzt kreisförmig polarisirte Strahlen darstellen, die sich mit verschiedenen Geschwindigkeiten fortpflanzen, und infolge verschiedener Absorption ungleiche Amplituden haben.

Nehmen wir an, die Absorption sei so gering, dass $K = o$ gesetzt werden darf, so vereinfachen sich vorstehende Gleichungen zu:

$$(20)\begin{cases} \xi_1' = A\cos(qt - \frac{q}{c'}z), \quad \eta_1' = A\sin(qt - \frac{q}{c''}z), \\ \xi_1'' = A\cos(qt - \frac{q}{c''}z), \quad \eta_1'' = -A\sin(qt - \frac{q}{c''}z), \end{cases}$$

$$(14) \qquad \frac{1}{c^2} = \frac{1}{2}\left(\sqrt{P^2+Q^2}+P\right),$$

$$(15) \qquad \frac{K^2}{g^2} = \frac{1}{2}\left(\sqrt{P^2+Q^2}-P\right),$$

worin

$$(16) \quad P = 1 + \frac{4m\nu^2}{\mu}\,\frac{p^2-q^2\pm 2\,\delta\cos\alpha.q}{(p^2-q^2\pm 2\,\delta\cos\alpha.q)^2+4\,(k-\nu)^2q^2},$$

$$(17) \quad Q = \frac{2m\nu}{\mu g}\,\frac{(p^2-q^2\pm 2\,\delta\cos\alpha.q)^2+4\,k\,(k-\nu)\;q^2}{(p^2-q^2\pm 2\,\delta\cos\alpha.q)^2+4\;\;(k-\nu)^2q^2}$$

ist. Man erhält also, entsprechend dem doppelten Vorzeichen des mit δ behafteten Gliedes, zwei Werthe c' und c'' für die Fortpflanzungsgeschwindigkeit, und zwei zugehörige Werthe K' und K'' für das Absorptionsvermögen.

Die gleichzeitigen Bewegungen der Aether- und der Körpertheilchen werden nun durch die reellen Theile der Ausdrücke (3) dargestellt. Bezeichnen wir zur Abkürzung die Verschiebungen der ersteren mit ξ_1 und η_1, die der letzteren mit x_1 und y_1, so erhalten wir für die Körpertheilchen, da $L = A\varrho$ ist:

$$(18') \quad \left\{\begin{aligned} x'_1 &= AR'e^{-K'z}\cos(qt-\frac{q}{c'}z+\psi'),\\ y'_1 &= AR'e^{-K'z}\sin(qt-\frac{q}{c'}z+\psi'),\\ \text{wo}\quad & \\ R' &= \frac{2\nu q}{\sqrt{(p^2-q^2+2\,\delta\cos\alpha.q)^2+4(k-\nu)^2q^2}},\\ \operatorname{cotg}\psi' &= \frac{2\,(k-\nu)\,q}{p^2-q^2+2\,\delta\cos\alpha.q} \end{aligned}\right.$$

ist, und

$$
(18'')\quad \begin{cases}
x_1'' = \quad AR''e^{-K''z}\cos(qt - \frac{q}{c''}z + \psi''), \\
y_1'' = -AR''e^{-K''z}\sin(qt - \frac{q}{c''}z + \psi''), \\
\text{mit} \\
R'' = \dfrac{2\nu q}{\sqrt{(p^2 - q^2 - 2\,\delta\cos\alpha.q)^2 + 4(k-\nu)^2 q^2}}, \\
\operatorname{cotg}\psi'' = \dfrac{2\,(k-\nu)\,q}{p^2 - q^2 - 2\,\delta\cos\alpha.q}.
\end{cases}
$$

Die Bewegungen der Aethertheilchen dagegen werden ausgedrückt durch die beiden Paare von Gleichungen:

$$
(19)\quad \begin{cases}
\xi_1' = \quad Ae^{-K'z}\cos(qt - \frac{q}{c'}z), \\
\eta_1' = \quad Ae^{-K'z}\sin(qt - \frac{q}{c'}z); \\
\xi_1'' = \quad Ae^{-K''z}\cos(qt - \frac{q}{c''}z), \\
\eta_1'' = -Ae^{-K''z}\sin(qt - \frac{q}{c''}z),
\end{cases}
$$

welche ersichtlich zwei entgegengesetzt kreisförmig polarisirte Strahlen darstellen, die sich mit verschiedenen Geschwindigkeiten fortpflanzen, und infolge verschiedener Absorption ungleiche Amplituden haben.

Nehmen wir an, die Absorption sei so gering, dass $K = o$ gesetzt werden darf, so vereinfachen sich vorstehende Gleichungen zu:

$$
(20)\quad \begin{cases}
\xi_1' = \quad A\cos(qt - \frac{q}{c'}z), \quad \eta_1' = \quad A\sin(qt - \frac{q}{c'}z), \\
\xi_1'' = \quad A\cos(qt - \frac{q}{c''}z), \quad \eta_1'' = -A\sin(qt - \frac{q}{c''}z),
\end{cases}
$$

sirenden Kraft, 3) dem Cosinus der Neigung dieser Kraft gegen die Fortpflanzungsrichtung des Strahls proportional ist, und dass sie endlich 4) mit abnehmender Wellenlänge wächst.

Aus der vorstehenden Entwickelung erhellt, dass die vier Constanten, welche in den Ausdrücken P und Q ausser der Grösse δ noch vorkommen, auch in der Formel für den Drehungswinkel auftreten müssen, und dass daher zur genauen Darstellung der Rotationsdispersion vier Glieder dieser Formel erforderlich sein würden. Behufs einer angenäherten Prüfung mag es jedoch genügen, die Formel mit nur zwei Constanten in der Gestalt

$$\Delta = \frac{a}{\lambda^2} + \frac{b}{\lambda^4} \tag{25}$$

mit den Beobachtungsresultaten zu vergleichen. Wir benutzen hiezu die Beobachtungen Verdets[1]) am Schwefelkohlenstoff und Kreosot, indem wir mit Verdet die Drehungen für die Fraunhofer'sche Linie E gleich 1 setzen.

Tabelle I.

Schwefelkohlenstoff.

$\log a = 9{,}31005 - 10.$ $\log b = 8{,}30892 - 10.$

Fraunhofer'sche Linien	Drehung beobachtet	Drehung berechnet nach Formel					
		(25)	Diff.	(M)	Diff.	(N)	Diff.
C	0,592	0,585	+ 7	0,589	+ 3	0,943	− 351
D	0,768	0,759	+ 9	0,760	+ 8	0,967	− 199
E	1,000	1,000	0	1,000	0	1,000	0
F	1,234	1,230	+ 4	1,234	0	1,034	+ 200
G	1,704	1,692	+ 12	1,713	− 9	1,091	+ 613

1) Ann. de chim. et de phys. (3). t. 69. p. 471. 1863.

Tabelle II.

Kreosot.

$\log a = 9{,}28409 - 10.$ $\log b = 8{,}37358 - 10.$

Fraunhofer'sche Linien	Drehung beobachtet	Drehung berechnet nach Formel					
		(25)	Diff.	(M)	Diff.	(N)	Diff.
C	0,573	0,575	−2	0,617	−44	0,976	−403
D	0,758	0,752	+6	0,780	−22	0,993	−235
E	1,000	1,000	0	1,000	0	1,000	0
F	1,241	1,238	+3	1,210	+31	1,017	+224
G	1,723	1,723	0	1,603	+120	1,041	+682

Zur Vergleichung mit anderen Theorien sind in den Columnen (M) und (N) die Zahlenwerthe beigefügt, welche von Verdet nach den Formeln berechnet sind, die sich beziehungsweise aus den Theorien von Maxwell[1]) und Neumann[2]) ergeben. Obgleich sich die Maxwell'sche Formel beim Schwefelkohlenstoff den Beobachtungen etwas besser anschliesst als die unsrige, so weicht sie andrerseits beim Kreosot so beträchtlich davon ab, dass sie als unbrauchbar angesehen werden muss. Unsere Formel (25) dagegen gibt in beiden Fällen eine ziemlich befriedigende Uebereinstimmung, und der unregelmässige Gang der Differenzen spricht ebenfalls zu ihren Gunsten.

1) Treatise on Elektricity and Magnetism; Vol. II. p. 413. Oxford 1873.

2) Die magnetische Drehung der Polarisationsebene des Lichtes. Halle 1863.

II. Die natürliche Drehung der Polarisationsebene.

Sind die Moleküle eines Körpers schraubenförmig gebaut, und sonach rechts herum anders beschaffen als links herum, so müssen, wenn die Axen der Schrauben unter sich parallel und senkrecht zur fortgepflanzten Wellenebene stehen, ganz in derselben Weise wie im vorigen Fall in den für die x- und y-Richtung geltenden Bewegungsgleichungen der Körpertheilchen beziehungsweise Glieder von der Form

$$-2\,\delta m \frac{d(y'-y)}{dt}$$

und

$$+2\,\delta m \frac{d(x'-x)}{dt}$$

auftreten. Bildet die Schraubenaxe mit der Wellennormale einen Winkel α, so werden in der Wellenebene nur noch Bruchtheile dieser Glieder zur Geltung kommen, welche Null sind, wenn der Winkel α ein rechter ist, und ungeändert bleiben, wenn man der Schraubenaxe die entgegengesetzte Lage gibt. Um dieser Eigenthümlichkeit des schraubenförmigen Baues Rechnung zu tragen, nehmen wir an, dass diese Bruchtheile durch

$$-2\,\delta \cos^2\alpha \,.\, m \frac{d(y'-y)}{dt}$$

und

$$+2\,\delta \cos^2\alpha \,.\, m \frac{d(x'-x)}{dt}$$

ausgedrückt werden.

Sind die Schraubenaxen der Moleküle zu je einem Dritttheil nach drei zu einander senkrechten Richtungen

geordnet, welche mit der Wellenormale resp. die Winkel α, β, γ bilden, so liefern die drei Molekülreihen zur x-Componente die Beiträge

$$-2\,\delta\cos^2\alpha\;\mathrm{m}\frac{\mathrm{d}(y'-y)}{\mathrm{dt}},\qquad -2\,\delta\cos^2\beta.\,\mathrm{m}\frac{\mathrm{d}(y'-y)}{\mathrm{dt}},$$

$$-2\,\delta\cos^2\gamma.\,\mathrm{m}\frac{\mathrm{d}(y'-y)}{\mathrm{dt}},$$

welche zusammengefasst wieder

$$-2\,\delta\mathrm{m}\frac{\mathrm{d}(y'-y)}{\mathrm{dt}}$$

geben. Eine solche Anordnung der Schraubenaxen würde stattfinden bei circular polarisirenden Krystallen des regulären Systems. Aber auch die vollkommen regellose Gruppirung der Moleküle in der Lösung eines activen Stoffs kann man durch jene Anordnung ersetzt denken.

In Körpern von der vorausgesetzten Beschaffenheit wird demnach die Fortpflanzung des Lichts durch folgende Gleichungen:

$$(1)\begin{cases} \mathrm{m}\dfrac{\mathrm{d}^2(x'-x)}{\mathrm{dt}^2} = -2\,\mathrm{km}\dfrac{\mathrm{d}(x'-x)}{\mathrm{dt}} - 2\,\delta\mathrm{m}\dfrac{\mathrm{d}(y'-y)}{\mathrm{dt}} \\ \qquad -\mathrm{mp}^2(x'-x) - 2\mathrm{m}\nu\left(\dfrac{\mathrm{d}\xi'}{\mathrm{dt}} - \dfrac{\mathrm{dx}'}{\mathrm{dt}}\right), \\ \mathrm{m}\dfrac{\mathrm{d}^2(y'-y)}{\mathrm{dt}^2} = \quad 2\,\delta\mathrm{m}\dfrac{\mathrm{d}(x'-x)}{\mathrm{dt}} - 2\,\mathrm{km}\dfrac{\mathrm{d}(y'-y)}{\mathrm{dt}} \\ \qquad -\mathrm{mp}^2(y'-y) - 2\mathrm{m}\nu\left(\dfrac{\mathrm{d}\eta'}{\mathrm{dt}} - \dfrac{\mathrm{dy}'}{\mathrm{dt}}\right), \end{cases}$$

$$(2)\begin{cases} \mu\dfrac{\mathrm{d}^2(x-\xi')}{\mathrm{dt}^2} = \omega^2\dfrac{\mathrm{d}^2(x-\xi')}{\mathrm{dz}^2} + 2\mathrm{m}\nu\left(\dfrac{\mathrm{d}\xi'}{\mathrm{dt}} - \dfrac{\mathrm{dx}'}{\mathrm{dt}}\right) \\ \mu\dfrac{\mathrm{d}^2(y-\eta')}{\mathrm{dt}^2} = \omega^2\dfrac{\mathrm{d}^2(y-\eta')}{\mathrm{dz}^2} + 2\mathrm{m}\nu\left(\dfrac{\mathrm{d}\eta'}{\mathrm{dt}} - \dfrac{\mathrm{dy}'}{\mathrm{dt}}\right) \end{cases}$$

dargestellt, deren Integration, genau wie im vorigen Abschnitt durchgeführt, Resultate liefert, welche sich von den dortigen nur dadurch unterscheiden, dass die Drehung

$$\Delta = z\delta\left(\frac{a}{\lambda^2} + \frac{b}{\lambda^4} + \frac{c}{\lambda^6} + \cdots\right)$$

sowohl ihrem Betrage als ihrem Sinne nach ungeändert bleibt, nach welcher Richtung auch die Welle sich fortpflanzen mag. Da von Boltzmann [1]) bereits nachgewiesen wurde, dass die Formel

$$\Delta = \frac{a}{\lambda^2} + \frac{b}{\lambda^4},$$

welche in ihrem ersten Gliede das angenähert giltige Biot'sche Gesetz darstellt, die natürliche Rotationsdispersion in sehr befriedigender Weise wiedergibt, so ist eine erneute Prüfung derselben nicht erforderlich.

---

1) Pogg. Ann. Inbelb. p. 128. 1874.

Oeffentliche Sitzung

ır Vorfeier des Geburts- und Namensfestes Seiner Majestät des Königs Ludwig II. am 25. Juli 1881.

Wahlen.

Die in der allgemeinen Sitzung am 23. Juni 1881 ›rgenommene Wahl neuer Mitglieder erhielt die Allerhöchste estätigung und zwar:

A. Zum ordentlichen Mitgliede:

r. Herrmann von Schlagintweit-Sakünlünski.

B. Zum ausserordentlichen Mitgliede:

r. C. W. Kupffer, Universitäts-Professor und I. Conservator der anatomischen Anstalt des Staates zu München.

C. Zu correspondirenden Mitgliedern:

1) Dr. Freiherr von Richthofen, Professor der Geographie an der Universität in Bonn.
2) Dr. Paul Groth, Professor der Mineralogie in Strassburg.
3) Dr. A. Damour, Unterdirector des Ministeriums der auswärtigen Angelegenheiten in Paris.

Verzeichniss der eingelaufenen Büchergeschenke.

Von der medizinischen Gesellschaft in Berlin:

Verhandlungen aus dem Jahre 1879/80. Bd. XI. 1881. 8°.

Von der deutschen chemischen Gesellschaft in Berlin:

Berichte. 14. Jahrgang 1881. 8°.

Vom Verein zur Beförderung des Gartenbaues in Berlin:

Monatsschrift. 23. Jahrgang 1880 in 12 Heften. 1880. 8°.

Von der Redaktion der Zeitschrift für Instrumentenkunde in Berlin:

Zeitschrift für Instrumentenkunde. I. Jahrgang. 1881. 8°.

Von der naturforschenden Gesellschaft in Emden:

65. Jahresbericht 1879/80. 1880. 8°.

Von dem naturwissenschaftlichen Verein von Neu-Vorpommern und Rügen in Greifswald:

Mittheilungen. XII. Jahrgang. Berlin 1880. 8°.

Von der Ministerial-Kommission zur Untersuchung der deutschen Meere in Kiel:

Ergebnisse der Beobachtungsstationen. Jahrgang 1880 Nov. und Dec. Berlin 1881. 4°.

Vom naturforschenden Verein in Brünn:

a. Verhandlungen. 18. Bd. 1879. 1880. 8°.
b. Katalog der Bibliothek. I. Suppl.-Heft. 1880. 8°.

Von der naturwissenschaftlichen Gesellschaft Isis in Dresden:

Sitzungsberichte 1880. 2 Hefte. 1881. 8°.

Von der Société de physique et d'histoire naturelle in Genf:

Mémoires. Tom. 27. Genève 1880. 4°.

Von der Società Adriatica di scienze naturali in Triest:

Bulletino. Vol. VI. 1881. 8°.

Von der naturforschenden Gesellschaft in Leipzig:

Sitzungsberichte. 7. Jahrgang. 1880. 8°.

Von der zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien:

Mittheilungen. Jahrgang 1880. Bd. 30. 1881. 8°.

Vom zoologisch-mineralogischen Verein in Regensburg:

Correspondenz-Blatt. 34. Jahrgang. 1880. 8°.

Vom naturwissenschaftlichen Verein für Steiermark in Graz:

Mittheilungen. Jahrgang 1880. 1881. 8°.

Vom naturwissenschaftlichen Verein für Schleswig-Holstein in Kiel:

Schriften. Bd. IV. Kiel 1881. 8°.

Von der physikalisch-medizinischen Gesellschaft in Erlangen:

Sitzungsberichte. 12. Heft. 1879—1880. 1880. 8°.

Von der schweizerischen geologischen Kommission in Bern:

Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz. Lief. XX mit Atlas und Appendix zu Lief. XVII. Bern 1880. 4° und Atlas in Folio. Lief. XIV. Abthl. 3. 1881. 4°.

Von der Société entomologique de Belgique in Brüssel:

Annales. Tom. 23. 1880. 8°.

Von der Russischen physikalisch-chemischen Gesellschaft in St. Petersburg:

Journal. Tom. 13. 1881. 8°.

Vom Museo civico di storia naturale in Genova:

Annali. Vol. XV. 1880. 8°.

Vom Geological Survey of Canada in Montreal:

Rapport des opérations de 1878—79. 1879. 8°.

Von der Union géographique du Nord de la France in Douai:

Bulletin 1 année. Lille 1880. 8°.

Vom physikalischen Central-Observatorium in St. Petersburg:

Annalen. Jahrgang 1879 in 2 Theilen. 1880. 4°.

Von der Sociedade de geographia in Lissabon:

a. Bolletim. 2. Serie. 1880. 8°.
b. Moçambique per Joaquim José Machado. 1881. 8°.
c. Explorações geologicas e mineiras nas colonias Portuguezas, por Lourenço Malheïro. 1881. 8°.

Von der kgl. Akademie der Wissenschaften in Amsterdam:

a. Verhandelingen. Natuurkunde. Deel 20. 1880. 4°.
b. Verslagen en Mededeelingen. Natuurkunde. Deel 15. 1880. 8°.

Von der Redaktion des American Journal in New-Haven:

The American Journal of science Nr. 120, 121. 1881. 8°.

Von der Sociedad de historia natural in Mexico:

La Naturaleza. 1880. 4°.

Von der kgl. Akademie der Wissenschaften in Kopenhagen:

Mémoires. Classe des sciences. 1880. 4°.

Von dem naturforschenden Verein zu Riga:

Correspondenzblatt. 23. Jahrgang. 1880. 8°.

Von der Société géologique de Belgique in Lüttich:

Annales. Tom. 6. 1878—1879. 1879—81. 8°.

Vom United States Coast Survey in Washington:

Report of the Superintendent of the U. S. Coast Survey for the year eding Jure 1877. 1880. 4°.

Vom R. Comitato geologico d'Italia in Rom:

Bollettino. 1881. 8°.

Von der Academia dei Lincei in Rom:

a. Atti. Serie III. Classe di scienze fisiche. Vol. 5. 6. 7. 8. 1880. 4°.
b. Sopra alcuni eclisse di sole antichi, memoria di G. Celoria. 1880. 4°.

Von der Medical and chirurgical Society in London:

Medico-chirurgical Transactions. Vol. 63. 1880. 8°.

Von der Linnean Society in London:

a. Journal Zoology. Nr. 80— 83.
Botani. „ 103—107. 1879—80. 8°.

b. List of Members. Nov. 1st, 1879. 8°.
c. Transactions. 2. Ser. Zoolog. Vol. II. 1879. 4°.

Vom Department of the Interior in Washington:

a. Bulletin of the United States geological Survey of the Territories. Vol. VI. 1881. 8°.
b. Second Report of the United States Entomological Commission. 1880. 8°.

Von der Società Italiana di scienze naturali in Mailand:

Atti. Vol. XXII. Milano 1879. 8°.

Von der Société d'histoire naturelle in Colmar:

Bulletin. Années 20 et 21. 1879—80. 1880. 8°.

Von der k. k. Akademie der Wissenschaften in Krakau:

a. Sitzungsberichte, Mathematische Classe. Vol. 7. 1880. 8°.
b. Sprawozdania Komisyi fizgyjgraficzne'j. Tom. XIV. 1880. 8°.
c. Zbiór Komisyi antropologiczre'j. Tom IV. 1880. 8°.

Vom Observatorio de marina de San Fernando in Cadiz:

Anales. Seccion II. Observationes meteorologicas. Anno 1877. 1878. San Fernando 1878—79. Fol.

Vom Radcliffe Observatory in Oxford:

Results of meteorological Observations. Vol. 37. 1880. 8°.

Von der Royal Society of South Australia in Adelaide:

Transactions and Proceedings. Vol. III (for 1879—80). 1880. 8°.

Von der Editorial Comittee of the Norwegian North-Atlantic Expedition in Christiania:

Den Norske Nordhavs-Expedition 1876—1878.
1. Zoolog. Fiske ved. R. Collett.
2. Chemi I—III af H. Tornoe. 1880. 8°.

Von der Société de geographie in Paris:

Bulletin Janvier 1881. 8°.

Vom Comité international des poids et mesures in Paris:

a. Proces verbaux des séances de 1880. 1881. 8°.
b. Travaux et mémoires. Tom. 1. 1881. 4°.

Von der physikalisch-medizinischen Gesellschaft in Berlin:

Verhandlungen. Neue Folge. Bd. XV. Würzburg 1881. 8°.

Vom Verein für Erdkunde in Halle:

Mittheilungen. 1877. 1878. 1879. 1880. 1880. 8°.

Vom naturhistorischen Landesmuseum in Klagenfurt:

Cariathia, Zeitschrift. 70. Jahrgang. 1880. 8°.

Von der American Philosophical Society in Philadelphia:

a. Proceedings. Vol. XVIII. Nr. 106. 1880. 8°.
b. List of the members. March. 15. 1880. 8°.

Von der Académie des sciences in Paris:

Comptes rendus. 1881. 4°.

Von der Société de geographie commerciale in Bordeaux:

Bulletin. 1881. 8°.

Vom Museum in Tromsö:

Aarshefter III. 1881. 8°.

Von der Redaction des Moniteur scientifique in Paris:

Moniteur scientifique. Livr. 470. 1880. 8°.

Von der Redaktion der Chemiker-Zeitung in Cöthen:

Chemiker-Zeitung. 1881. 4°.

Vom Astronomical Observatory in Cambridge, Mass.:

35 th annual Report of the Director. 1881. 8°.

Von der kaiserlich Leopoldino-Carolinischen deutschen Akademie der Naturforscher in Halle a/S.

Leopoldina. Heft XVII. 1881. 4°.

Von der Redaktion des Archivs für Mathematik in Greifswald:

Archiv für Mathematik und Physik. Bd. 66. Leipzig 1880. 8°.

Von der k. k. geologischen Reichsanstalt in Wien:

a. Geologische Gruben-Revier-Karte des Kohlenbeckens von Teplitz-Dux-Brüx im nordwestlichen Böhmen, von Heinrich Wolf. Text und Atlas. 1880.
b. Verhandlungen. 1881. 8°.
c. Jahrbuch. Band 31. 1881. 8°.

Von der medizinisch-naturwissenschaftlichen Gesellschaft in Jena:

Denkschriften. Bd. I Abth. 2 mit einem Atlas. 1880. Folio.

Von der Società Veneto-Trentina di scienze naturali in Padova:

Atti. Vol. 7. 1880. 8°.

Von der Bergverwaltung von Kaukasien in Tiflis:

Materiali da geologii Kavkasa II. 1880. 8°.

Von der Royal microscopical Society in London:

Journal. Ser. II. Vol. I. 1881. 8°.

Von der Société entomologique de Belgique in Brüssel:

Annales. Tom. 24. Bruxelles 1880. 8°.

Von der Société malacologique de Belgique in Brüssel:

Annales. Tom. XII. Année 1877. 8⁰.

Von der Académie de médecine in Brüssel:

Bulletin. Tom. XV. 1881. 8⁰.

Vom physikalischen Central-Observatorium in St. Petersburg:

Repertorium für Meteorologie. Bd. VII. 1880. 4⁰.

Vom Engineer Departement U. S. Army in Washington:

Reports upon United States Geographical Survey West of the 100 ᵗʰ Meridian. Vol. 2—6 nebst Atlas. 1877—78. 4⁰.

Vom Essex Institute in Salem:

Bulletin. Vol. 11. 1879. 8⁰.

Vom Museum of comparative zoology in Cambridge Mass:

Bulletin. Vol. VIII. 1880. 8⁰.

Von der Société botanique de France in Paris:

Bulletin. Tom. XXVII. Session extraordinaire. 1880. 8⁰. Tom. XXVIII. 1881. 8⁰.

Von der Società Toscana di scienze naturali in Pisa:

Atti. Processi verbali. Adunanza del di 14. nov. 1880. 9. jennaio 1881. 8⁰.

Von der k. k. Sternwarte in Wien:

Annalen. 3. Folge. Bd. 29. Jahrgang 1879. 8⁰.

Vom k. k. Verein zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse in Wien:

Schriften. Vereinsjahr 1880/81. 1881. 8⁰.

Von der k. k. Gesellschaft der Aerzte in Wien:

Medizinische Jahrbücher. 1881. 8°.

Vom k. statistisch-topographischem Bureau in Stuttgart:

Württembergische Jahrbücher für Statistik und Landeskunde. Bd. I. II und Suppl.-Bd. 1881. 8°.

Von der physikalischen Gesellschaft in Berlin:

Fortschritte der Physik im Jahr 1876. 32. Jahrgang. Abth. I. II. 1881. 8°.

Vom k. preussischen geodätischen Institut in Berlin:

a. Astronomisch-geodätische Arbeiten in den Jahren 1879/80. Berlin 1881. 4°.
b. Das Mittelwasser der Ostsee bei Swinemünde von Wilhelm Seibt. 1881. 4°.
c. Die Ausdehnungscoefficienten der Küstenvermessung von Alf. Westphal. 1881. 4°.

Von der physikalisch-medizinischen Gesellschaft in Würzburg:

Verhandlungen, neue Folge. Bd. XV. Heft 3. 4. 1881. 8°.

Von der naturwissenschaftlichen Gesellschaft in St. Gallen:

Bericht über die Thätigkeit während des Vereinsjahres 1878/79. 1880. 8°.

Von der k. k. Sternwarte in Prag:

Beobachtungen. 41. Jahrgang. 1880. 1881. 4°.

Von der naturforschenden Gesellschaft in Danzig:

Schriften, neue Folge. Bd. V. 1881. 8°.

Vom naturwissenschaftlichen Verein in Bremen:

Abhandlungen. Bd. VII und Beilage Nr. 8. 1880. 8°.

Von der Senkenberg'schen naturforschenden Gesellschaft in Frankfurt:

a. Abhandlungen. Bd. XII. 1880. 4°.
b. Bericht 1879/80. 1880. 8°.

Vom naturwissenschaftlichen Verein in Karlsruhe:

Verhandlungen. 8. Heft. 1881. 8°.

Vom naturwissenschaftlichen Verein für Sachsen und Thüringen in Halle.

Zeitschrift für die gesammte Naturwissenschaft. Jahrgang 1880. Berlin 1880. 8°.

Vom Meteorological Departement of the Governement of India in Calcutta:

a. Report on the Meteorology of India in 1878, by Henry F. Blanford. IV Year. 1880. Folio
b. Report on the Administration of the Meteorolog-Departement in 1879—1880. 1880. Folio.

Von der Zoologisch Genootschap in Amsterdam:

Catalogus den Bibliotheek van het kgl. zoologisch genootschap. 1881. 8°.

Von der Herzoglich technischen Hochschule in Braunschweig:

Katalog der Bibliothek. Abth. I. 1880. 8°.

Von der Sternwarte in Pulkowa:

a. Observations de Poulkova. Vol. XI. Petersburg 1879. 4°.
b. Jahresbericht für 1878/79 und 1879/80 dem Comité der Nicolai-Hauptsternwarte erstattet. Petersburg 1880. 8°.

Von der k. k. Bergdirektion zu Idria:

Das k. k. Quecksilberwerk zu Idria in Krain. Wien 1881. Fol.

Vom Observatoire Royal in Brüssel:

a. Annales. Année 1880. Bruxelles 1881. 4°.
b. Annales météorologiques. Tom. 1. 1881. 4°.
c. Annales astronomiques. Tom. 3. 1880. 4°.
d. Annuaire 47e année 1880. 48e année 1881. 8°.

Vom Observatoire météorologique de l'Université in Upsala:

Bulletin mensuel. Vol. XII. 1880. 1880—81. 4°.

Von der k. Universität in Christiania:

Archiv for Mathematik. Bd. V. 1880. 8°.

Von der Académie des sciences in Lyon:

a. Memoires. Classe des sciences. Tom. 24. Lyon 1879—80. 8°.
b. Nouvelles remarques sur la nomenclature botanique par le Dr. Saint-Lager. Paris 1881. 8.

Von der Société d'agriculture in Lyon:

Annales. V. Série. Tom. 2. 1879. 1880 gr. 8°.

Vom Verein für Natur- und Heilkunde in Presburg:

Verhandlungen. Neue Folge. Heft 4. 1881. 8°.

Von der deutschen Gesellschaft für Natur- und Völkerkunde Ostasiens in Yokohama:

Mittheilungen. Dec. 1880. Mars 1881. April 1881. Fol.

Vom Muséum d'histoire naturelle in Paris:

a. Rapports annuels des Professeurs. 1879 et 1880. 1880 bis 81. 8°.
b. Nouvelles Annales IIe Ser. Tom. 3. 1880. 4°.

Vom botanischen Garten in St. Petersburg:

Acta horti Petropolitani. Tom. VII. 1880. 8°.

Von der Accademia dell scienze fisiche e mathematiche in Neapel:

a. Atti. Vol. 7. 8. 1878—79. 4°.
b. Rendiconti. Anno 1876—79. 4°.

Von der Zoologischen Station in Neapel:

a. Mittheilungen. 2. Bd. Heft 4. Leipzig 1881. 8°.
b. 3. Nachtrag zum Bibliothekskatalog. Leipzig 1881. 8°.

Vom naturhistorischen Verein von Wisconsin in Milwaukee:

Jahresbericht für das Jahr 1880—81. 1881. 8°.

Von der Royal astronomical Society in London:

Memoirs. Vol. 45. 1879—80. 1880. 4°.

Von der Geological Society in London:

Catalogue of the Library compiled by J. Dallas in London. 1881. 8°.

Von der Reale Accademia delle Scienze in Turin:

Bollettino dell' Osservatorio della regia Universitá di Torino. Anno XIV. XV. 1880. 1881. 4°.

Von der naturforschenden Gesellschaft in Dorpat:

Archiv für die Naturkunde Liv-, Esth- und Kurlands. 2. Serie. Bd. IX. 1880. 8°.

Vom R. Istituto di studi superiori in Florenz:

Pubblicazioni: Sezione di medicina: Del processo morboso del colera asiatico da Fil. Pacini. 1880. 4°.

Vom Department of Mines in Sydney New South Wales:

Annual Report of the Department of mines. 1878 und 1879 mit Atlas. 1880. 4⁰.

Vom Herrn Ph. Plantamour in Genf:

Des mouvements périodiques du sol (2ᵉ année) 1880. 8⁰.

Vom Herrn A. Ecker in Freiburg i. Br.

a. Beiträge zur Kenntniss der äusseren Formen jüngster menschlicher Embryonen. s. l. s. a. 8⁰.

b. Ueber den Schwanztheil des menschlichen Embryo. Antwortschreiben an Herrn A. Ecker von Wilh. His. s. l. s. a. 8⁰.

Vom Herrn E. Plantamour in Genf:

Résumé météorologique de l'année 1879 pour Genève et le Grand Saint-Bernard. 1880. 8⁰.

Vom Herrn J. Macpherson in Madrid:

Uniclinal structure of the Iberian Peninsula. 1880. 8⁰.

Vom Herrn Ed. Regel in St. Petersburg:

a. Gartenflora. December, Januar und Februar 1881. Stuttgart 1881. 8⁰.

b. Supplementum ad fasc. 7 descriptionum plantarum. Petropolis 1880. 8⁰.

Vom Herrn Antonio de Castro Lopes in Rio de Janeiro:

Memoria sobre a possibilidade e conveniencia de suppressão dos annos bissextos. 1881. 8⁰.

Vom Herrn Rudolph Wolf in Zürich:

Astronomische Mittheilungen. 1880. Nr. 52 1881. 8⁰.

Vom Herrn E. Hartwig in Strassburg:

Beitrag zur Bestimmung der physischen Libration des Mondes. Karlsruhe 1881. 4°.

Vom Herrn Gustavus Hinrichs in Jowa City:

Report of the Jowa Weather Service 1879. Januar—April des Moines 1880. 8°.

Vom Herrn Delesse in Paris:

a. Revue de geologie. Tom. XVI. 1880. 8°.

b. Sur les études de géologie agronomique aux Etats-Unis. 1880. 8°.

Vom Herrn Ferd. von Müller in Melbourne:

a. Eucalyptographia. 7 Decade. 1880. 4°.

b. Plants of North-Western Australia enumerated Perth 1881. Fol.

Vom Herrn William King in Dublin:

Preliminary Notice of a Memoir on Rock-jointing. 1880. 8°.

Vom Herrn Henry A. Peirce in Honolulu:

Early Discoveries of the Hawaiian Islands. San Francisco 1880. 8°.

Vom Herrn Gerhard vom Rath in Bonn:

Ueber die Trippkeit eine neue Mineralspezies. Leipzig 1880. 8°.

Vom Herrn Hermann Kolbe in Leipzig:

Journal für praktische Chemie. Neue Folge. Bd. 23. Bd. 24. 1881. 8°.

Vom Herrn Julius Sommerbrodt in Breslau:

Die reflectorischen Beziehungen zwischen Lunge, Herz und Gefässen. Berlin 1881. 8°.

Vom Herrn François W. C. Trafford in Riesbach bei Zürich.

Souvenir de l'Amphiorama ou la vue du monde. Zürich 1880. 8°.

Vom Herrn F. Sandberger in Würzburg:

Zur Naturgeschichte der Röhn. 1881. 8°.

Vom Herrn Nathan Pringsheim in Berlin:

a. Ueber Lichtwirkung und Chlorophyllfunction in der Pflanze. Berlin 1881. 8°.
b. Untersuchungen über das Chlorophyll. Abth. III und V. Berlin 1879—81. 8°.
c. Remarques sur le chlorophylle. Paris 1880. 4°.

Vom Herrn Denis G. Zesas (aus Zante) in Winterthur:

Wirkung arseniger Säure auf gesunde und kranke Haut. Strassburg 1881. 8°.

Vom Herrn A. Wüllner in Aachen:

Ueber die angebliche Erhitzung des Eises. Leipzig 1881. 8°.

Vom Herrn Karl Pettersen in Tromsö:

Lofoten og Vesteraalen. Kristiania 1881. 8°.

Vom Herrn Hermann Burmeister in Buenos Aires:

a. Description physique de la République Argentine. Tom. III. Partie I avec Atlas, Livr. 2. 1879. 8° und Folio.
b. Bericht über die Feier des 50jährigen Doctor-Jubiläums des Prof. Dr. Hermann Burmeister. 1880. 8°.

Vom Herrn Archibald Liversidge in Sydney:

Report upon Museums for Technology in Great Britain and on the Continent of Europe. 1880. Folio.

Namen-Register.

Bauer 238. 241.
v. Beetz 10. 113. 161. 248.
v. Bischoff 379.
Borchardt (Nekrolog) 374.
Braun 165.
v. Buhl (Nekrolog) 372.

Damour (Wahl) 469.

Groth (Wahl) 469.
Gruber 203.
Gümbel 321.

Haushofer 220.

v. Jolly 23. 63. 165. 454.

Kittler 113.
v. Kobell 199. 220. 369.
Kupffer (Wahl) 469.
Kurz 165.

Lommel 454.

Miller (Nekrolog) 376.

v. Nägeli 391.
Nies 63.

Peters (Nekrolog) 374.
v. Pettenkofer 196. 203. 270.

Frhr. v. Richthofen (Wahl) 469.
v. Ringseis (Nekrolog) 369.
v. Rozsahegyi 196.

Schimper (Nekrolog) 375.
v. Schlagintweit (Wahl) 469.
Schröder 23.
Schröter 238.
Sharpey (Nekrolog) 373.

Vogel 1. 7. 259. 439.

Winkelmann 63.

Sach-Register.

Andesite, sogen. süd- und mittelamerikanische 321.
Ausdehnung von Flüssigkeiten durch die Wärme 23.

Bewegung der Luft in den Sielen von München 196.
Berichtigung 248.
Brachycephalie und Brachyencephalie 379.

Compositae des Herbarium Schlagintweit 57.
Copal 145.

Dolomit, dessen Verhalten gegen Essigsäure 220.

Elasticität und das elektrische Leitungsvermögen der Kohle 10.
Enhydros 321.

Galvanische Polarisation 161.

Hyperboloid, gradlinige 238. 241.

Jodkaliumamylonnitrit 1.

Kohlenoxyd, Nachweis und Giftigkeit des 203.
Kopal, Beitrag zur Kenntniss desselben 145.

Luftwiderstand bei kleineren Geschwindigkeiten 165.

Nekrologe 369.
Nicotinbestimmung und Tabakverbrennungsprodukte 439.

Polarisation galvanische 161.
Polarisationsbilder an Zwillingen zweiaxiger Krystalle 199.
Polarisationsebene, Theorie der Drehung derselben 454.

Sickerwasser 259.
Siele Münchens 196.
Spannungsdifferenzen zwischen sich berührenden Flüssigkeiten 113.
Stärkekörner, deren Wachsthum durch Intussusception 391.
Stickstoff, gasförmiger, dessen Ausscheidung aus dem Thierkörper 270.

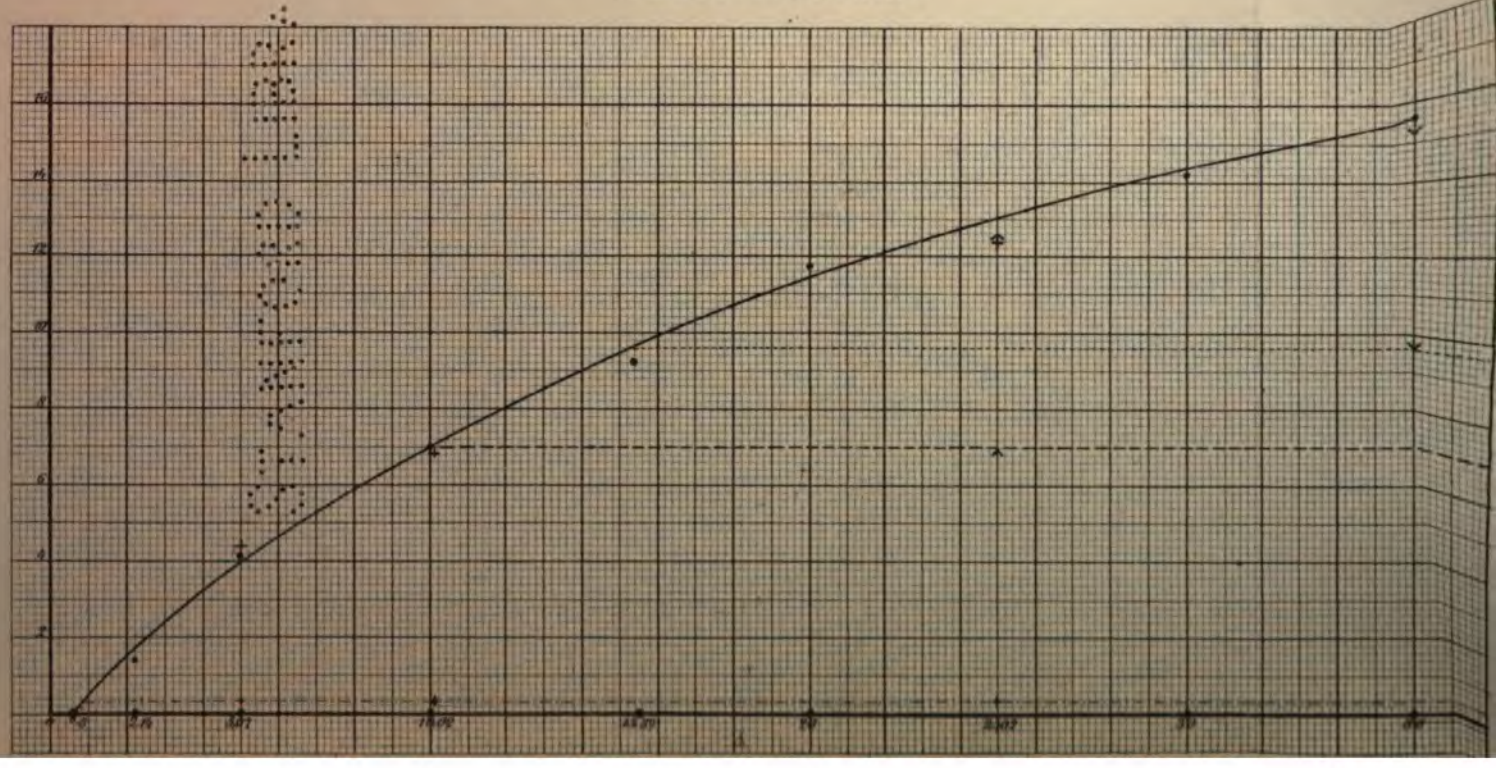
Tripel von Geraden 241.

Volumänderungen einiger Metalle beim Schmelzen 63.

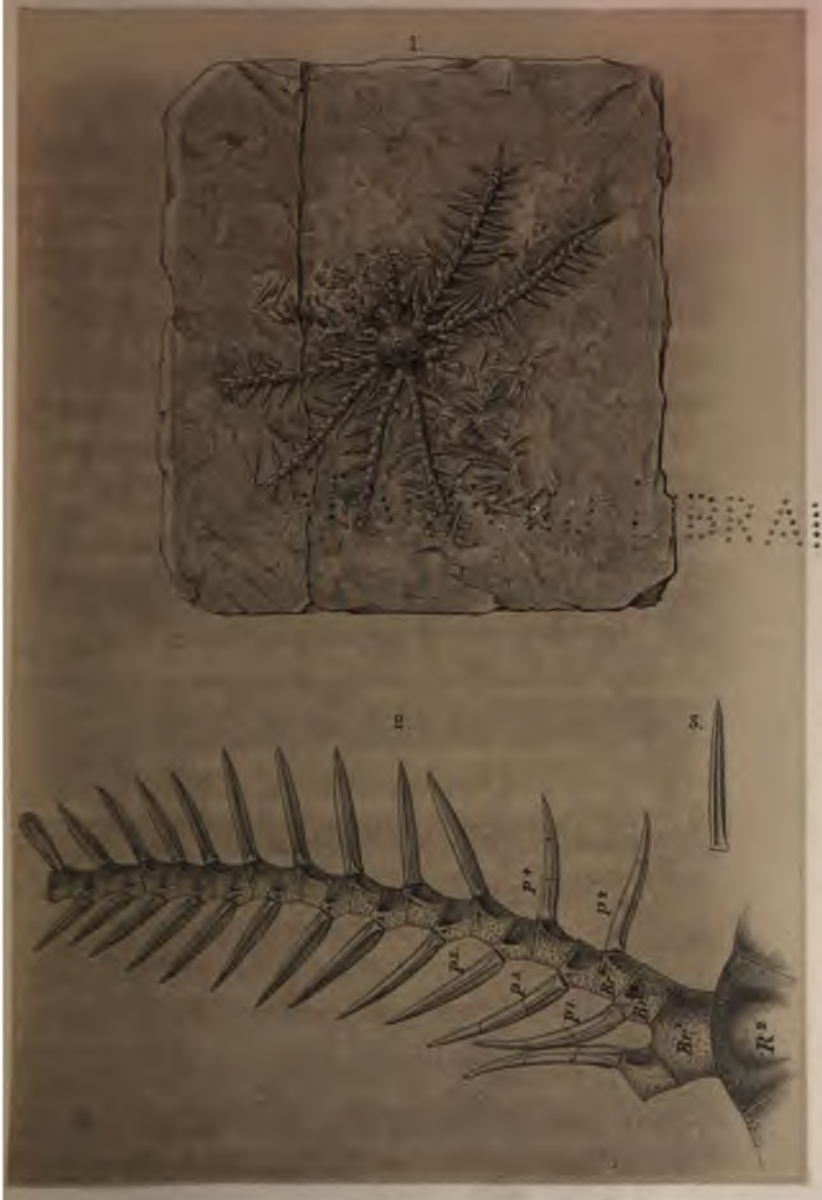
Wassersteine (Enhydros) von Uruguay 321.

Zinnoxalates, dessen Zusammensetzung 7.

Chlornatrium.



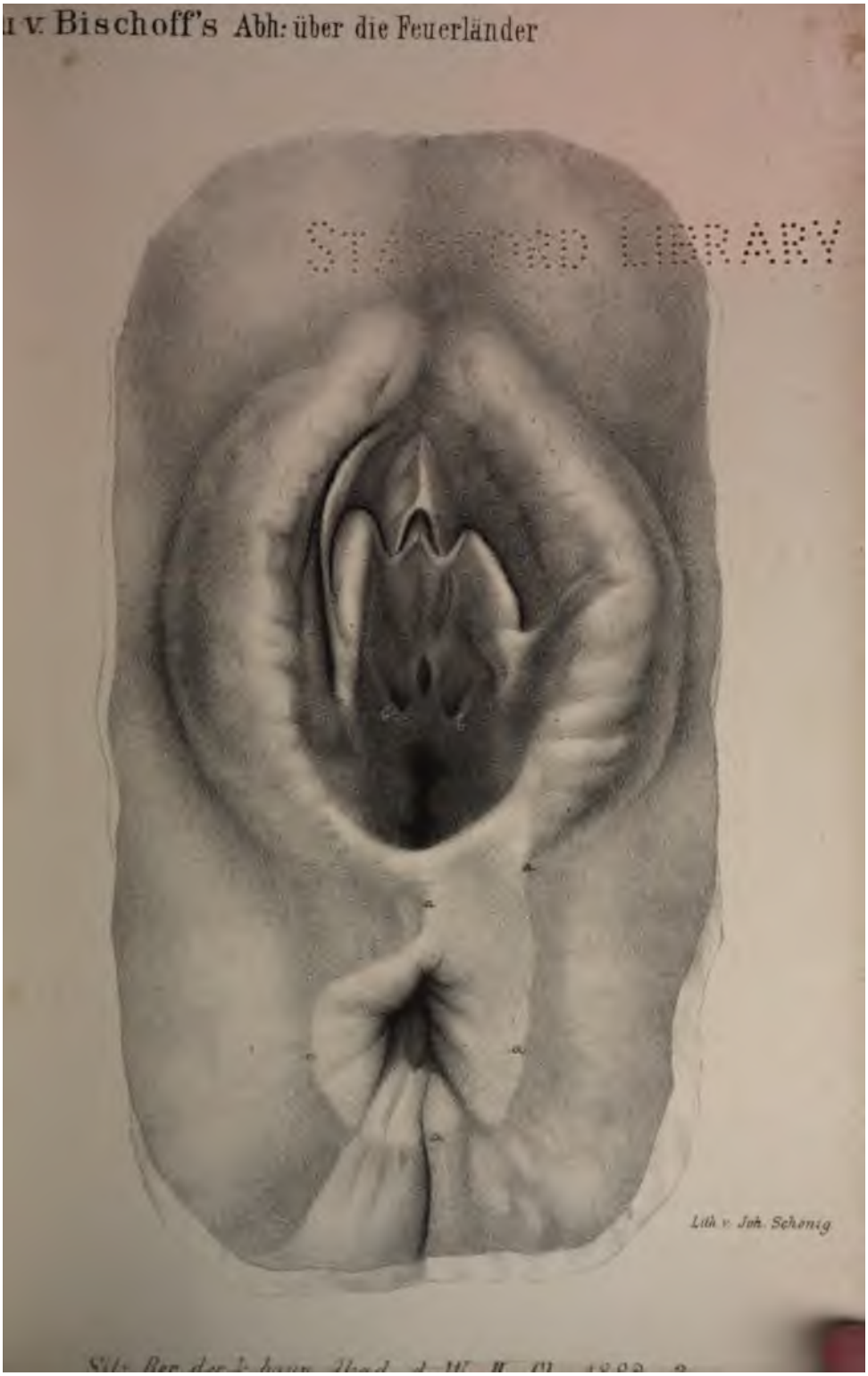
STANFORD LIBR.



LIBRARY

STANFORD LIBRARY

Lith. Anst. v. Fr. Keller.



STANFORD LIBRARY

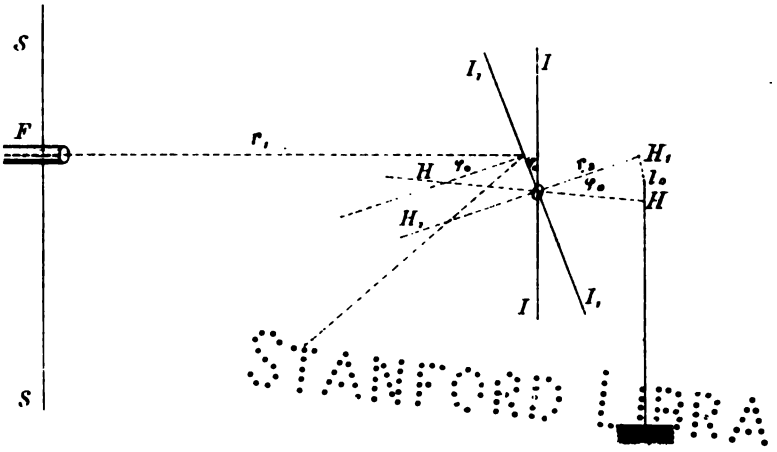
STANFORD LIBRARY

STANFORD LIBRARY

YSA

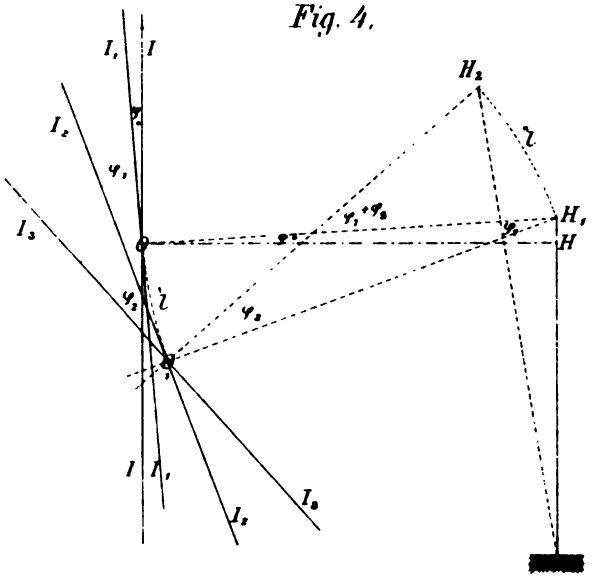
Zu Dr. A. Miller's Abhandlung.

Fig. 3.



STANFORD LIBRA

Fig. 4.



STANFORD LIBRARY

Sitzungsberichte

der

mathematisch-physikalischen Classe

der

k. b. Akademie der Wissenschaften

zu München.

Band XII. Jahrgang 1882.

München.
Akademische Buchdruckerei von F. Straub.
1882.

In Commission bei G. Franz.

Uebersicht

des Inhaltes der Sitzungsberichte Bd. XII Jahrgang 1882.

Oeffentliche Sitzung zur Feier des 123. Stiftungstages der k. Akademie am 28. März 1882.

Seite

v. Kobell: Nekrologe 259

Oeffentliche Sitzung zur Vorfeier des Geburts- und Namensfestes Seiner Majestät des Königs Ludwig II. am 29. Juli 1882.

Neuwahlen 619

Sitzung vom 5. November 1881.

Erasmus Kittler: Ueber Spannungsdifferenzen zwischen einem Metall und Flüssigkeiten verschiedener Concentration. (Mit 1 lithogr. Tafel) 1

E. Lommel: Theorie der elliptischen Doppelbrechung . . . 39

H. Schröder: Untersuchungen über die Abhängigkeit der Molecularrefraction flüssiger Verbindungen von ihrer chemischen Zusammensetzung 57

K. A. Zittel: Ueber Plicatocrinus. (Dazu Taf. I und II) . . 105

Sitzung vom 3. Dezember 1881.

A. Vogel: Ueber Prof. Dr. E. Ebermayer's Physiologie der Pflanzen 114

J. Brandl: Ueber die chemische Zusammensetzung der Mineralien der Kryolithgruppe . . . . . .

C. v. Voit: Ueber den zeitlichen Verlauf der Zersetzungen im Thierkörper. Mittheilungen über Versuche von Dr. Ludwig Feder. . . . . .

Sitzung vom 7. Januar 1882.

Hans Buchner: Ueber die experimentelle Erzeugung des Milzbrandcontagiums . . . . . .

Sitzung vom 4. Februar 1882.

C. W. Gümbel: Beiträge zur Geologie der Goldküste in Afrika

C. W. Gümbel: Geologische Fragmente aus der Umgegend von Ems . . . . . .

Du Bois-Reymond: Ein allgemeiner Satz über die Integrirbarkeit von Functionen integrirbarer Functionen . . .

v. Bischoff: Bemerkung über die Geschlechtsverhältnisse der Feuerländer . . . . . .

Emil Fischer: Umwandlung des Xanthins in Theobromin und Caffeïn . . . . . .

Nachtrag zur Sitzung vom 3. Dezember 1881.

Radlkofer: Ueber die Zurückführung von Omphalocarpum zu den Sapotaceen und dessen Stellung in dieser Familie .

Sitzung vom 6. Mai 1882.

A. Vogel: Ueber Ameisensäure . . . . . .

v. Bischoff: Weitere Bemerkungen über die Feuerländer (mit 1 lithogr. Abbildung) . . . . . .

Sitzung vom 3. Juni 1882.

A. Miller: Untersuchung über den Einfluss der Temperatur auf Aeusserungen von Molekularkräften (mit 4 Tafeln) . .

Seite

S. Vaněček: Von der allgemeinen Inversion 463

Kittler: Die elektromotorische Kraft des Daniell'schen Elementes 467

Sitzung vom 1. Juli 1882.

L. v. Ammon: Ein Beitrag zur Kenntniss der vorweltlichen Asseln (mit 4 Tafeln) 507

F. Pfaff: Einiges über Kalksteine und Dolomite (mit 2 lithogr. Tafeln) 551

A. Vogel: Zur Bodenanalyse 595

Erlenmeyer: Ueber künstliches Tyrosin 606

C. Kupffer: Ueber aktive Betheiligung des Dotters am Befruchtungsakte bei Bufo variabilis und vulgaris 608

Sitzung vom 4. November 1882.

Kupffer: Das Ei von Arvicola arvalis und die vermeintliche Umkehr der Keimblätter an demselben (mit 1 lithogr. Tafel) 621

Sitzung vom 2. Dezember 1882.

Haushofer: 1. Ueber die Krystallform der Borsäure (H_3BO_3) 638
2. Ueber Zwillingsbildungen am Orthoklas . . 641

Sendungen von Druckschriften 138. 252. 369. 646

Sitzungsberichte

der

königl. bayer. Akademie der Wissenschaften.

Mathematisch-physikalische Classe.

Sitzung vom 5. November 1881.

Herr von Beetz legte eine Arbeit vor:

„Ueber Spannungsdifferenzen zwischen einem Metall und Flüssigkeiten verschiedener Concentration. Von Erasmus Kittler."

In einer früheren Arbeit „Spannungsdifferenzen zwischen sich berührenden Flüssigkeiten"[1]) habe ich auf indirectem Wege die Giltigkeit des Voltaschen Spannungsgesetzes für eine Reihe von Flüssigkeiten nachgewiesen.

Es hatte sich gezeigt, dass dasselbe aufrecht erhalten bleibt, wenn irgend drei wässerige Lösungen L_1, L_2, L_3 der Chloride: Chlorkalium, Chlornatrium, Chlorammonium und Chlornickel unter sich, oder je zwei derselben mit destillirtem Wasser oder einer Kupfersulfat-Lösung in Berührung treten.

1) Sitzungsbericht der kgl. b. Akademie der Wissensch. 1881, p. 113 ff. Wiedemann's Ann. 1881, XII; p. 572 ff.

Nachstehende Untersuchung hat den Zweck, eine Reihe weiterer Chloride, nämlich

Chlorlithium, Chlorbaryum, Chlorstrontium, Chlorcalcium, Chlormagnesium und Chlormangan

in das Bereich der Betrachtung zu ziehen.

Es sei mir gestattet, hier nochmals kurz auf die Art der Beweisführung zurückzukommen. Will man prüfen, ob drei Flüssigkeiten F_1, F_2, F_3 sich in eine Spannungsreihe ordnen oder nicht, so bestimmt man nacheinander die elektromotorischen Kräfte a, b, c der Combinationen

$$M|F_1 + F_1|F_3 + F_3|M = a,$$
$$M|F_2 + F_2|F_3 + F_3|M = b,$$
$$M|F_1 + F_1|F_2 + F_2|M = c.$$

Ergibt die Beobachtung eine Uebereinstimmung der Differenz $a - b$ mit der Grösse c, so findet die Beziehung statt:

$$F_1|F_3 + F_3|F_2 = F_1|F_2;$$

ist dagegen c von $a - b$ verschieden, so befolgen die 3 Flüssigkeiten das Spannungsgesetz nicht.

Die Ermittlung der elektromotorischen Kräfte von Elementen aus einem Metall und zwei Flüssigkeiten ist mit bedeutenden Schwierigkeiten verknüpft; handelt es sich ja darum, verschiedene Stücke des dazu verwandten Metalls in vollständiger Gleichmässigkeit herzustellen.

Ueber die Art, wie es mir gelungen ist, diese Schwierigkeit zu überwinden, habe ich in der Einleitung zu der oben citirten Abhandlung schon berichtet; ich verweise auf dieselbe auch betreffs der Anordnung und Ausführung der elektrometrischen Messungen selbst. Die dort er-

Seite

ček: Von der allgemeinen Inversion 463

r: Die elektromotorische Kraft des Daniell'schen Ele- 467

Sitzung vom 1. Juli 1882.

n: Ein Beitrag zur Kenntniss der vorweltlichen Asseln mit 4 Tafeln) 507

: Einiges über Kalksteine und Dolomite (mit 2 lithogr. Tafeln) 551

: Zur Bodenanalyse 595

: Ueber künstliches Tyrosin 606

er: Ueber aktive Betheiligung des Dotters am Be- ffer: Ueber aktive Betheiligung des Dotters am Be- chtungsakte bei Bufo variabilis und vulgaris 608

Sitzung vom 4. November 1882.

ffer: Das Ei von Arvicola arvalis und die vermeintliche Umkehr der Keimblätter an demselben (mit 1 lithogr. Tafel) 621

Sitzung vom 2. Dezember 1882.

shofer: 1. Ueber die Krystallform der Borsäure (H_3BO_3) 638
2. Ueber Zwillingsbildungen am Orthoklas . . 641

362, 369, 646

dungen von Dr

Die einzelnen Messungen stimmen unter sich noch bedeutend besser, als die früher gegebenen Zahlen, was hauptsächlich dem Umstande zuzuschreiben ist, dass zur Ermittlung ein und derselben Grösse meist sehr viele Beobachtungen dienen mussten.

Zur Verbindung der getrennt stehenden Flüssigkeiten benützte ich teilweise noch Heber, die an den Endflächen mit Pergamentpapier verschlossen waren. Um der mühseligen und zeitraubenden Arbeit des Unterbindens überhoben zu sein, liess ich mir Heber anfertigen, die an den Enden mit Capillarröhren versehen waren, so dass die Lösungen unmittelbar in Berührung treten konnten. Wiederholt angestellte Versuche liessen einen merkbaren Einfluss der früher benützten Membran nicht erkennen.

Beobachtungen mit destillirtem Wasser wurden soviel als möglich vermieden; an dessen Stelle trat eine verdünnte Kupfervitriollösung vom spec. Gewicht 1,003 bis 1,004, die einerseits nicht mehr die Unbeständigkeit des dazu verwandten Wassers erkennen, andererseits aber auch nicht ein Auskrystallisiren des Salzes befürchten liess. Die specifischen Gewichte der Lösungen wurden mit einer neuen sehr empfindlichen Mohr'schen Wage bestimmt. Eine Controlmessung ergab für verdünnte Schwefelsäure

a) mit dem Pyknometer . . 1,0899 bei 15°6,
b) mit der Mohr'schen Wage 1,0895 bei 15°8,

d. h. eine Abweichung erst in der vierten Decimale.

Kaliumchlorid: KCl.

A) Specifische Gewichte der Lösungen.

Gewichtsteile KCl + 100 G. T. H_2O	Gew.-T. KCl in 100 G. T. der Lösung	Specifisches Gewicht			
		Eigene Beobachtung		Berechnet durch lineare Interp. aus den Tabellen Gerlach's[2])	
conc. bei 17°5		1,1720	17°5	1,1723	15°
bei 18°		1,1728	19°2		
		1,1730	18°		
25	20,0	1,135	16°7	1,1361	15°
20	16,666	1,111	16°7	1,1123	15°
20	16,666	1,111	17°0		
12	10,714	1,070	17°0	1,0707	15°
5	4,762	1,0305	17°0	1,0310	15°
2	1,961	1,0124	17°8	1,0128	15°
0,5	0,498	1,0030	18°0	—	—

B) Elektromotorische Kraft der Combination

$$Cu|KCl + KCl|CuSO_4 + CuSO_4|\overline{Cu}$$

für verschiedenprocentige Lösungen von Chlorkalium bei gleichbleibender Kupfersulfatlösung.

$$CuSO_4: \Delta = 1{,}0030 \text{ bei } 18°5.$$
$$\Delta = 1{,}0038 \text{ bei } 17°5.$$

Als Einheit gilt die elektromotorische Kraft eines Daniell'schen Elements: amalgamirtes, chemisch reines Stangenzink in ver-

2) Fresenius, Zeitschrift für analyt. Chemie, VIII. 1869; p. 281.

dünnter Schwefelsäure vom specif. Ge
1,073 bei 16°3, chemisch reines Kupfer (in
form) in concentrirter Kupfervitriol-Lö
Das Kupfer ist dabei zur Erde abgeleitet ($\overline{Cu}$); die
tung, in der bei dieser Anordnung die Nadel ab
wird, ist für sämmtliche Messungen als positi
zeichnet

I. KCl, concentrirte Lösung.

	0,316
	0,316
	0,317
	0,317
	0,317
	0,314
	0,314
	0,315
	0,312
	0,314
	0,317
	0,317
	0,313
	0,313
Mittel	0,315 D

II. 25 Gew.T. KCl + 100 G.T. H_2O

	0,274
	0,275
	0,278
	0,274
	0,273
	0,279
Mittel	0,276 D

III. 20 G.T. KCl + 100 G.

	0,261
	0,263
	0,263
	0,263
	0,259
	0,263
	0,261
	0,263
	2,263
Mittel	0,262 D

IV. 12 G.T. KCl + 100 G.

	0,234
	0,237
	0,234
	0,237
	0,235
	0,232
	0,233
	0,235
Mittel	0,235 D

V. 5 G.T. KCl + 100 G.T

	0,200
	0,198

	0,199
	0,199
	0,200
	0,200
	0,199
Mittel	0,199 D.

VI. 2 G.T. KCl + 100 G.T. H_2O

	0,169
	0,169
	0,169
	0,167
	0,167
	0,167
	0,168
	0,168
	0,168
Mittel	0,168 D.

VII. 0,5 G.T. KCl + 100 G.T. H_2O

	0,127
	0,129
	0,129
	0,128
	0,128
	0,129
	0,129
Mittel	0,128 D.

VIII. Destillirtes Wasser

	0,046
	0,047
	0,047
Mittel	0,047 D.

Zusammenstellung: $Cu|KCl + KCl|CuSO_4 + CuSO_4|\overline{Cu}$.

Gew. T. KCl + 100 Gew. T. H_2O	Elektrom. Kraft D = 1
34,2	0,315
25,0	0,276
20,0	0,262
12,0	0,235
5,0	0,199
2,0	0,168
0,5	0,128
0,0	0,047

Aus diesen Beobachtungen berechnet sich die elektrom. Kraft des Elements

$$\begin{array}{l} Cu|KCl + KCl|KCl + KCl|Cu \\ \quad\ \ \text{conc.} \quad \text{conc.}|0{,}5 \quad\ \ 0{,}5| \end{array}$$

als: 0,315 D — 0,128 D = 0,187 D.

Die directe Beobachtung für den Potentialunterschied obiger Combination ergab die beiden Werte 0,186
0,187

im Mittel 0,187 D,

d. h. eine vollständige Uebereinstimmung.

Es ist daher

$$\begin{array}{l} KCl|\ CuSO_4 + CuSO_4|KCl = KCl|KCl, \\ \text{conc.}|\Delta = 1{,}003 \quad \Delta = 1{,}003|0{,}5 \quad \text{conc.}|0{,}5 \end{array}$$

wie schon früher gezeigt wurde.

Aus der elektr. Kraft des Elements

$$\begin{array}{l} Cu|KCl + KCl|CuSO_4 + CuSO_4|Cu \\ \qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\ \ \Delta = 1{,}003| \end{array}$$

lässt sich leicht diejenige der Combination

$$\begin{array}{l} Cu|KCl + KCl|CuSO_4 + CuSO_4|Cu \\ \qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\ \ \text{conc.}| \end{array}$$

berechnen, wenn man den Wert

$$\begin{array}{l} Cu|\ CuSO_4 + CuSO_4|CuSO_4 + CuSO_4|Cu \\ \ \ \Delta = 1{,}003 \qquad\qquad\qquad\qquad\ \ \text{conc.}| \end{array}$$

kennt. Die Ermittlung dieser kleinen Potentialdifferenz geschah indirect. Hierauf beziehen sich folgende Messungen:

$$\begin{array}{l} Cu|KCl + KCl|CuSO_4 + CuSO_4|Cu = 0{,}283 \\ \quad\ \ |20 \qquad\qquad\qquad\qquad\ \ \text{conc.}| \qquad\ \ 0{,}284 \\ \qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\ \ 0{,}284 \\ \qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\ \ \text{Mittel}\ \ 0{,}284. \end{array}$$

$$Cu\left|\begin{matrix}KCl + KCl\\ 20\end{matrix}\right|\begin{matrix}CuSO_4 + CuSO_4\\ \Delta = 1{,}003\end{matrix}\left|Cu\right. = 0{,}262.$$

Durch Subtraction

$$Cu\left|\begin{matrix}CuSO_4 + CuSO_4\\ \Delta = 1{,}003\end{matrix}\right|\begin{matrix}CuSO_4 + CuSO_4\\ \text{conc.}\end{matrix}\left|Cu\right. = 0{,}022\ D.$$

Das spec. Gewicht der bei 17° conc. $CuSO_4$-Lösung war

$$1{,}198 \text{ für } t = 17^0.$$

Eine andere Beobachtungsreihe ist folgende:

$$Cu\left|\begin{matrix}NaCl + NaCl\\ \Delta = 1{,}024 . 18^0 5\end{matrix}\right|\begin{matrix}CuSO_4 + CuSO_4\\ 1{,}1965 . 16^0 8\end{matrix}\left|Cu\right. = \begin{matrix}0{,}208\\ 0{,}209\\ 0{,}206\\ \hline \text{Mittel}\ \ 0{,}208\ D.\end{matrix}$$

$$Cu\left|\begin{matrix}NaCl + NaCl\\ \Delta = 1{,}024 . 18^0 5\end{matrix}\right|\begin{matrix}CuSO_4 + CuSO_4\\ 1{,}0038 . 17^0 5\end{matrix}\left|Cu\right. = \begin{matrix}0{,}185\\ 0{,}186\\ 0{,}183\\ 0{,}185\\ \hline \text{Mittel}\ \ 0{,}185\ D\end{matrix}$$

d. i.

$$Cu\left|\begin{matrix}CuSO_4 + CuSO_4\\ \Delta = 1{,}0038\end{matrix}\right|\begin{matrix}CuSO_4 + CuSO_4\\ \text{conc.}\end{matrix}\left|\overline{Cu}\right. = 0{,}023\ D.$$ [3])

Will man also z. B die elektrom. Kraft

$$Cu\left|\begin{matrix}KCl + KCl\\ \text{conc.}\quad \text{conc.}\end{matrix}\right|\begin{matrix}CuSO_4 + CuSO_4\\ \text{conc.}\quad \text{conc.}\end{matrix}\left|Cu\right.$$

---

3) Richtung des Stromes von der verdünnten zur conc. Lösung; vgl. A. Eccher, N. Cim. (3) 5. p. 5—34. 1879. Beibl. 3. p. 518. J. Moser, Wiedem. Ann. 3. p. 218 1878.

kennen, so braucht man nur zu dem oben gefundenen Werte 0,315 D addiren 0,023 D, was die Grösse 0,338 D ergibt. [4])

C) Elektromotorische Kraft der Combination

$$Cu|KCl + KCl|H_2SO_4 + H_2SO_4|\bar{C}u$$

für verschiedenprozentige Lösungen von Chlorkalium bei gleichbleibender Schwefelsäure.

H_2SO_4 : Δ = 1,067. 19°.

I. KCl, conc. Lösung.

	0,284
	0,287
Mittel	**0,286 D.** [5])

II. 25 T. KCl + 100 H_2O.

	0,246
	0,244
	0,244
	0,244
	0,245
Mittel	0,245 D.

III. 20 T. KCl + 100 H_2O.

	0,229
	0,229
	0,227
	0,226
	0,226
	0,229
	0,230
	0,230
	0,229
	0,227
Mittel	**0,228 D.**

IV. 12 T. KCl + 100 H_2O.

	0,190
	0,194
	0,193
	0,194
Mittel	0,193 D.

V. 5 T. KCl + 100 H_2O.

	0,148
	0,151

4) In der früheren Arbeit ist der Wert 0,341 D. angegeben.
5) In der früheren Arbeit: 0,285 D.

0,152
0,152
0,148
0,150
0,150

Mittel 0,150 D.

VI. 2 T. KCl + 100 H_2O.

0,103
0,101
0,103
0,101
0,101
0,102
0,102

Mittel 0,102 D.

VII. 0,5 T. KCl + 100 H_2O.

0,042
0,042
0,039
0,041
0,039
0,041

Mittel 0,041 D.

VIII. H_2O.

— 0,135
— 0,136
— 0,135
— 0,137

Mittel — 0,136 D.

Zusammenstellung: $Cu|KCl + KCl|H_2SO_4 + H_2SO_4|\bar{Cu}$.

Gew. T. KCl + 100 T. H_2O	Elektrom. Kraft D = 1
34,2	0,286
25,0	0,245
20,0	0,228
12,0	0,193
5,0	0,150
2,0	0,102
0,5	0,041
0,0	— 0,136

Durch Subtraction der beiden Gleichungen

$$Cu|\underset{\text{conc.}}{KCl} + KCl|H_2SO_4 + H_2SO_4|Cu = 0{,}286 \text{ D}$$

und

$$Cu|KCl_{0,5} + KCl|H_2SO_4 + H_2SO_4|Cu = 0{,}041\ D$$

erhält man die Beziehung:

$$Cu|KCl_{conc.} + KCl_{conc.}|H_2SO_4 + H_2SO_4|KCl_{0,5} + KCl_{0,5}|Cu = 0{,}245\ D.$$

Vergleicht man damit das früher gewonnene Resultat

$$Cu|KCl_{conc.} + KCl_{conc.}|KCl_{0,5} + KCl_{0,5}|Cu = 0{,}187\ D,$$

so findet man, dass

$$KCl_{conc.}|H_2SO_4 + H_2SO_4|KCl_{0,5} \text{ nicht gleich ist } KCl_{conc.}|KCl_{0,5}$$

d. h. dass das Spannungsgesetz nicht gilt für verschiedenproc. Chlorkaliumlösungen in Berührung mit verdünnter Schwefelsäure.

Wenn man in ein rechtwinkliges Coordinatensystem die Gewichtsteile KCl, die mit 100 Gew. T. H_2O zu einer Lösung vereinigt sind, als Abscissen einträgt, als Ordinaten aber die entsprechenden elektromotorischen Kräfte der Combinationen

$$Cu|KCl + KCl|CuSO_4 + CuSO_4|Cu,$$

bez.

$$Cu|KCl + KCl|H_2SO_4 + H_2SO_4|Cu,$$

so erhält man die in der beigegebenen Tafel gezeichneten Curven. Dieselben gestatten eine klare Uebersicht über die Aenderung der elektrom. Kraft beider Ketten mit Abnahme des Procentgehalts. Etwa bis zur Abscisse 12 verlaufen beide Curven geradlinig, d. h. die elektromotorische Kraft nimmt proportional mit dem Chlorkaliumgehalt der Lösung ab; dann erfolgt der Abfall ziemlich rasch, und

während die Curve für $CuSO_4$ die Abscissenaxe nicht erreicht, schneidet die H_2SO_4-Curve dieselbe ziemlich nahe am Nullpunct und reicht noch ziemlich weit in's Negative. Im Element

$$Cu|KCl + KCl|CuSO_4 + CuSO_4|Cu$$

geht der Strom also immer von der Chlorkaliumlösung zu $CuSO_4$, und die Stromesrichtung bleibt erhalten, wenn man an Stelle von KCl destillirtes Wasser treten lässt; im Elemente

$$Cu|KCl + KCl|H_2SO_4 + H_2SO_4|Cu$$

dagegen tritt nahe am Nullpunct eine Umkehr in der Richtung des Stromes ein: derselbe geht von H_2SO_4 zu der sehr verdünnten Chlorkaliumlösung, bez. Wasser.

Die Ordinatendifferenz beider Curven beträgt für den Sättigungspunct 0,029 D, für den Nullpunct 0,183 D. Es nimmt also die elektromotorische Kraft der Combination

$$Cu|KCl + KCl|H_2SO_4 + H_2SO_4|Cu$$

mit Verdünnung der Chlorkaliumlösung rascher ab, als diejenige der Kette

$$Cu|KCl + KCl|CuSO_4 + CuSO_4|Cu:$$

ein Beweis für die Ungiltigkeit des Spannungsgesetzes zwischen Lösungen von *KCl*, $CuSO_4$ und H_2SO_4.

Die soeben erwähnten Ordinatendifferenzen gewinnen eine weitere Bedeutung dadurch, dass man sie mit der elektromotorischen Kraft einer andern Combination

$$Cu|H_2SO_4 + H_2SO_4|CuSO_4 + CuSO_4|\overline{C}u$$

im Zusammenhang bringt.

Zur Ermittlung dieser Grösse dienten die Flüssigkeiten

H_2SO_4 und $CuSO_4$-Lösung in gleicher Zusammensetzung wie oben, d. h.

H_2SO_4 vom spec. Gewicht 1,067 bei 19° und
$CuSO_4$ „ „ „ 1,0038 „ 17°5.

Die Beobachtung ergab folgende Werte:

	0,109
	0,112
	0,112
	0,108
	0,107
	0,107
	0,108
	0,108
	0,109
im Mittel	0,109 D.

Subtrahirt man hievon die Differenz der elektromotorischen Kräfte

$$Cu\left|\begin{matrix}KCl\\conc.\end{matrix}\right. + KCl|CuSO_4 + CuSO_4|Cu = 0{,}315\ D$$

und

$$Cu\left|\begin{matrix}KCl\\conc.\end{matrix}\right. + KCl|H_2SO_4 + H_2SO_4|Cu = 0{,}286\ D,$$

d. i.

$$Cu|H_2SO_4 + H_2SO_4|KCl + KCl|CuSO_4 + CuSO_4|Cu = 0{,}029\ D$$

von

$$Cu|H_2SO_4 + H_2SO_4|CuSO_4 + CuSO_4|Cu = 0{,}109\ D$$

so resultirt die elektromotorische Kraft einer Flüssigkeitskette, nämlich

$$CuSO_4 \left| \begin{matrix} KCl + KCl \\ \text{conc.} \quad \text{conc.} \end{matrix} \right| \begin{matrix} H_2SO_4 + H_2SO_4 \\ \end{matrix} \left| CuSO_4 \right. = 0{,}080 \text{ D.}$$

Wendet man dieses Verfahren auch auf alle übrigen Chlorkaliumlösungen an, so ergeben sich für die Kette

$$\begin{matrix} \mathbf{CuSO_4} \\ \Delta = 1{,}0038 \end{matrix} \left| \mathbf{KCl + KCl} \right| \begin{matrix} \mathbf{H_2SO_4 + H_2SO_4} \\ 1{,}067 \qquad 1{,}067 \end{matrix} \left| \begin{matrix} \overline{\mathbf{CuSO_4}}, \\ \Delta = 1{,}0038 \end{matrix} \right.$$

in der die Glieder $CuSO_4$ und H_2SO_4 unverändert bleiben, je nach dem Gehalt an Chlorkalium die elektrom. Kräfte:

Gew. T. KCl + 100 G. T. H_2O	Elektrom. Kraft D = 1
34,2	0,080
25,0	0,078
20,0	0,075
12,0	0,067
5,0	0,060
2,0	0,043
0,5	0,022
0,0	— 0,074

Es nimmt also die elektrom. Kraft obiger Combination bei gleichbleibender H_2SO_4 und $CuSO_4$ - Lösung mit Verdünnung der Chlorkaliumlösung ab.

Die soeben gefundenen Grössen, die uns einen Einblick gewähren, wie weit der Einfluss der Concentration auf eine Flüssigkeitskette sich erstreckt, lassen sich auch noch auf andere Weise ermitteln. Bestimmt man nämlich einmal die elektrom. Kraft der Combination

$$Cu|KCl + KCl|H_2SO_4 + H_2SO_4|Cu,$$

indem man als Heber eine der beiden Flüssigkeiten KCl

oder H_2SO_4 verwendet, und dann so, dass man dazwischen $CuSO_4$-Lösung einschaltet, so werden die in beiden Fällen erhaltenen Zahlen von einander abweichen, da die drei in Frage kommenden Flüssigkeiten bei ihrer Berührung sich nicht in eine Spannungsreihe ordnen.

Die Differenz der beiden so ermittelten Grössen gibt die elektr. Kraft der oben besprochenen Flüssigkeitsketten.

Ich erwähne hier folgende Versuchsreihen.

a =

$$Cu\,|\,\underset{25}{KCl} \;+\; KCl\,|\,H_2SO_4 \;+\; \underset{\Delta=1{,}067}{H_2SO_4}\,|\,Cu = 0{,}245\ D$$

b =

$$Cu\,|\,\underset{25}{KCl} + KCl\,|\,\underset{\Delta=1{,}0038}{CuSO_4} + CuSO_4\,|\,\underset{\Delta=1{,}067}{H_2SO_4} + H_2SO_4\,|\,Cu = \begin{array}{r} 0{,}166 \\ 0{,}166 \\ 0{,}164 \\ 0{,}164 \\ \hline \text{Mittel}\ \ 0{,}165\ D, \end{array}$$

somit

a — b =

$$\underset{\Delta=1{,}0038}{CuSO_4}\,|\,\underset{25}{KCl} + \underset{25}{KCl}\,|\,\underset{\Delta=1{,}067}{H_2SO_4} \;+\; \underset{\Delta=1{,}067}{H_2SO_4}\,|\,\underset{\Delta=1{,}0038}{CuSO_4} = 0{,}080\ D,$$

ein Resultat, das mit dem früher gewonnenen (0,078) sehr nahe übereinstimmt.

Für eine Chlorkaliumlösung 20 : 100 war

$$a = 0{,}228\ D$$
$$b = \left.\begin{array}{l} 0{,}154 \\ 0{,}150 \end{array}\right\} \text{im Mittel} = 0{,}152\ D.$$

Daher

$$a - b = 0{,}076\ D. \quad \text{gegen} \quad 0{,}075\ D$$

der früheren Rechnung.

Natriumchlorid: NaCl.

A) $Cu|NaCl + NaCl|CuSO_4 + CuSO_4|\overline{Cu}$.
conc.

Specif. Gewicht der conc. NaCl-Lösung: 1,2044 bei 16°5.
1,2043 bei 18°4.
Gerlach: 1,2043 bei 15°.[6])
Specif. Gewicht der verd. $CuSO_4$-Lösung: 1,0038 bei 17°5.
Elektrom. Kraft obiger Combination:

0,305	0,302
0,302	0,300
0,302	0,302
0,301	0,300
0,300	0,300
0,300	0,300
0,304	Mittel 0,302 D. [7])
0,304	

B) $Cu|NaCl + NaCl|H_2SO_4 + H_2SO_4|\overline{Cu}$.
conc.

Spec. Gewicht der verd. H_2SO_4: 1,067 bei 19°.
Elektrom. Kraft:

0,288
0,287
Mittel 0,288 D. [8])

6) Gerlach, Salzlösungen.

7) Hienach berechnet sich die elektr. Kraft obiger Kette unter Anwendung von conc. $CuSO_4$-Lösung als 0,302 D + 0,023 D = 0,325 D (in der früheren Arbeit 0,329 D).

8) In der früheren Arbeit 0,287 D.

Ammoniumchlorid: NH_4Cl.

A) $Cu|NH_4Cl + NH_4Cl|CuSO_4 + CuSO_4|\overline{Cu}$.
conc.

NH_4Cl, concentrirte Lösung.	Δ =	1,077.	17°5
	Δ =	1,077.	18°
	Δ =	1,077.	18°
Gerlach:	Δ =	1,0766.	15° [9]
$CuSO_4$-Lösung verdünnt.	Δ =	1,0030.	18°5
	Δ =	1,0038.	17°5.

Elektrom. Kraft:	0,318
	0,317
	0,317
	0,318
	0,318
	0,319
	0,317
Mittel	0,318 D. [10]

B) $Cu|NH_4Cl + NH_4Cl|H_2SO_4 + H_2SO_4|\overline{Cu}$.
conc.

H_2SO_4, verd. Δ = 1,083. 17°5.

Elektrom. Kraft	0,288
	0,287
	0,289
Mittel	0,288 D.

9) Gerlach, Salzlösungen.

10) Für conc. $CuSO_4$-Lösung berechnet: 0,341 D. Der in der ersten Arbeit angegebene Wert 0,352 D bezieht sich auf eine bei 22° gesättigte NH_4Cl-Lösung.

Lithiumchlorid: LiCl.

(Im wasserfreien Zustande.)

A) Specifische Gewichte.

Gew.-T. LiCl + 100 G.-T. H_2O	Gew.-T. LiCl in 100 Gew.-T. der Lösung	Specifische Gewichte			
		Eigene Beobachtung		Berechnet durch lineare Interp. aus den Tabellen Gerlach's.[11])	
conc. 18°6		1,288	18°6		
conc. 19°		1,291	19°0		
conc. 15°	43,2	—	—	1,2827	15°
30,07	23,118	1,130	18°	1,137	15°
19,86	16,569	1,093	18°	1,096	15°
9,95	9,050	1,051	17°5	1,051	15°
5,02	4,780	1,027	18°5	1,028	15°
1,00	0,990	1,005	18°5	—	—
0,136	0,136	1,001	17°5	—	—
0,022	0,022	—	—	—	—

B) Elektromotorische Kraft der Combination

$$Cu|LiCl + LiCl|CuSO_4 + CuSO_4|\overline{Cu}$$

für verschiedenprocentige Lösungen von Chlorlithium bei gleichbleibender $CuSO_4$-Lösung.

$CuSO_4$, verdünnt. Δ = 1,003. 18°5.

I. LiCl, conc.		0,310
0,306		0,312
0,307		0,308
0,307		0,309
0,304	Mittel	0,308 D

11) Fresenius, Zeitschrift für analyt. Chemie, VIII. 1869; p. 281.

II. 30,07 LiCl + 100 H_2O

	0,277
	0,279
	0,277
Mittel	0,278 D.

III. 19,86 LiCl + 100 H_2O.

	0,257
	0,253
	0,252
	0,257
Mittel	0,255 D.

IV. 9,95 LiCl + 100 H_2O.

	0,227
	0,225
	0,226
Mittel	0,226 D.

V. 5,02 LiCl + 100 H_2O.

	0,207
	0,204
	0,208
	0,207
	0,206
	0,206
	0,208
Mittel	0,207 D.

VI. 1,00 LiCl + 100 H_2O.

	0,165
	0,168
	0,168
Mittel	0,167 D.

VII 0,136 LiCl + 100 H_2O.

	0,097
	0,098
	0,100
Mittel	0,098 D.

Zusammenstellung: $Cu|LiCl + LiCl|CuSO_4 + CuSO_4|\overline{Cu}$.

Gew.-T. LiCl + 100 G.-T. H_2O	Elektrom. Kraft D = 1
conc.	0,308
30,07	0,278
19,86	0,255
9,95	0,226
5,02	0,207
1,00	0,167
0,136	0,098

C) $Cu|LiCl_a + LiCl_a|LiCl_b + LiCl_b|\overline{Cu}$.

I. conc.: 0,022.

	0,223
	0,222
Mittel	0,223 D

II. conc.: 0,136.

	0,208
	0,208
	0,210
Mittel	0,209 D

III. conc.: 5,02.

	0,101
	0,101
Mittel	0,101 D

IV. conc.: 9,95.

	0,079
	0,082
	0,079
Mittel	0,080 D

V. 30,07 : 0,136.

	0,182
	0,181
	0,182
	0,177
	0,177
Mittel	0,180 D

VI. 30,07 : 1,00.

	0,112 D

VII. 19,86 : 0,136.

	0,156
	0,159
	0,159
	0,159
	0,157
	0,159
Mittel	0,158 D

VIII. 9,95 : 0,022.

	0,143
	0,139
	0,144
	0,140
Mittel	0,142 D

IX. 9,95 : 0,136.

	0,123
	0,125
	0,126
	0,129
	0,128
Mittel	0,126 D

X. 5,02 : 0,022.

	0,118
	0,118

	0,118
	0,121
	0,120
	0,121
	0,120
	0,125
	0,123
Mittel	0,121 D

XI. 5,02 : 0,136.

	0,104
	0,105
	0,107
	0,107
	0,108
	0,109
Mittel	0,107 D

XII. 1,00 : 0,022.

	0,086
	0,084
	0,083
	0,083
	0,082
Mittel	0,084 D.

D) $Cu|LiCl + LiCl|H_2SO_4 + H_2SO_4|\overline{Cu}$.
conc.

H_2SO_4; Δ = 1,067 bei 19°.

Elektrom. Kraft	0,322
	0,323
	0,323
	0,322
Mittel	0,323 D.

belle über die elektromot. Kräfte der Combination

$$Cu|LiCl_a + LiCl_a|LiCl_b + LiCl_b|\overline{Cu}.$$

L_b	Elektromotorische Kraft, D = 1		
	Beobachtet	Berechnet	
		L_a, L_b, $CuSO_4$	L_a, L_b, L_c
0,022	0,223	—	—
0,136	0,209	0,210	—
1,00	—	0,141	0,139
5,02	0,101	0,101	0,102 ; 0,102
9,95	0,080	0,082	0,081 ; 0,083
19,86	—	0,053	0,051
30,07	—	0,030	0,029
0,022	—	—	—
0,136	0,180	0,180	—
1,00	0,112	0,111	—
5,02	—	0,071	0,073
9,95	—	0,052	0,054
19,86	—	0,023	0,022
0,022	—	—	—
0,136	0,158	0,157	—
1,00	—	0,088	—
5,02	—	0,048	0,051
9,95	—	0,029	0,032
0,022	0,142	—	0,143
0,136	0,126	0,128	0,129
1,00	—	0,059	0,058
5,02	—	0,019	0,021; 0,021; 0,019
0,022	0,121	—	0,122
0,136	0,107	0,109	0,108
1,00	—	0,040	0,037
0,022	0,084	—	—
0,136	—	0,069	0,068
0,022	—	—	0,014; 0,016; 0,014

[illegible]

[illegible] Bestimmung I,

[illegible]

[illegible] der ersten [illegible] der [illegible] Fabriken [illegible] durch Subtraction [illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible] der Zahlen in [illegible] des Spannungs- [illegible] von Chorkalium und [illegible]

[illegible]

[illegible] bezogen, [illegible] zum Aus- [illegible] erhaltenen [illegible]

[illegible]

[illegible] $\Delta t = 0{,}843°$ bei $17°{,}5$.
[illegible] $\Delta t = 0{,}847$ bei $18°{,}3$.
[illegible] $\Delta t = 0{,}841$ bei $15°$. [1])
[illegible] $\Delta t = 0{,}835$ bei $15°{,}6$.

[illegible]

B) $Cu|CaCl_2 + CaCl_2|CuSO_4 + CuSO_4|\overline{Cu}$.

Verd. $CuSO_4$-Lösung, $\Delta = 1{,}003$ bei 18°5.

I. $Cu|CaCl_2 + CaCl_2|CuSO_4 + CuSO_4|Cu$
conc.

	0,307
	0,308
	0,303
	0,304
	0,301
	0,304
	0,303
Mittel	0,304 D.

II. $Cu|CaCl_2 + CaCl_2|CuSO_4 + CuSO_4|Cu$
$\Delta = 1{,}015$

	0,156
	0,156
Mittel	0,156 D.

III. $Cu|CaCl_2 + CaCl_2|CaCl_2 + CaCl_2|Cu$
conc. conc. $\Delta = 1{,}015$ $\Delta = 1{,}015$

	0,149
	0,149
Mittel	0,149 D. (berechnet 0,148 D.)

C) $Cu|CaCl_2 + CaCl_2|H_2SO_4 + H_2SO_4|\overline{Cu}$
conc.

H_2SO_4 vom spec. Gewicht 1,067 bei 19°
Elektrom. Kraft:

	0,335
	0,334
	0,334
	0,335
Mittel	0,335 D.

Strontiumchlorid: $SrCl_2$.

A) $Cu|SrCl_2 + SrCl_2|CuSO_4 + CuSO_4|\overline{Cu}$.

$CuSO_4$: $\Delta = 1{,}0038$ bei $17^0{}^3$.

I. concentrirte $SrCl_2$-Lösung; $\Delta = 1{,}370$ bei $17^0{}^5$.

Nach Gerlach 1,368 bei 15^0.[13])

Elektrom. Kraft:

0,291
0,290
0,289
0,290

Mittel 0,290 D.

II. $SrCl_2$, der Conc. nahe; $\Delta = 1{,}365$ bei 19^0.

0,289
0,288

Mittel 0,289 D.

III. $SrCl_2$, der Conc. nahe; $\Delta = 1{,}360$ bei $17^0{}^8$.

0,285
0,283

Mittel 0,284 D.

B) $Cu|SrCl_2 + SrCl_2|H_2SO_4 + H_2SO_4|\overline{Cu}$.

$SrCl_2$, conc.; $\Delta = 1{,}365$ bei 19^0.

H_2SO_4, verd.; $\Delta = 1{,}083$ bei $17^0{}^5$.

Elektrom. Kraft:

0,333
0,335
0,334
0,334

Mittel 0,334 D.

---

13) Gerlach, Salzlösungen p. 15.

Baryumchlorid: $BaCl_2 + 2H_2O$.

A) Specifische Gewichte.

Gew.-T. des wasserhaltigen Salzes + 100 G.-T. H_2O	Δ	t°
conc. bei 16°8	1,2835 [14])	16°8
20	1,144	13°2
10	1,077	13°3
5	1,038	14°4
1	1,008	14°0
0,1	1,001	17°3
0,019	1,000	16°5
0,019	1,0004	14°2

B) $Cu|BaCl_2 + BaCl_2|CuSO_4 + CuSO_4|\overline{Cu}$.
conc.

$CuSO_4$, verd.; $\Delta = 1{,}003$ bei 18°3.

Elektromot. Kraft:

	0,253
	0,251
	0,248
	0,249
	0,253
	0,251
	0,251
	0,248
Mittel	0,251 D.

14) 1,2827 bei 15°. Gerlach, Salzlösungen p. 14.
1,2837 bei 19°5. Kremer, Pogg. Ann. 99, p. 444.

C) Cu|$BaCl_2$ (a) + $BaCl_2$ (a)|$BaCl_2$ (b) + $BaCl_2$ (b)|Cu.

I. conc: 0,019.	VI. conc.: 20,0.
0,178	0,070
0,176	0,068
0,176	0,074
0,174	0,072
0,173	0,070
Mittel 0,176 D.	Mittel 0,071 D.

II. conc.: 0,1.	**VII. 20 : 0,019.**
0,165	**0,104**
0,164	**0,104**
Mittel 0,165 D.	**Mittel 0,104 D.**

III. conc.: 1,00.	VIII. 10 : 0,019
0,118	0,090 D.
0,118	
Mittel 0,118 D.	
	IX. 5 : 0,019.
IV. conc: 5,0.	0,077
0,100	0,075
0,100	Mittel 0,076 D.
Mittel 0,100 D.	
	X 1 : 0,019.
V. conc.: 10,0.	0,055
0,083	0,057
0,087	Mittel 0,056 D.
Mittel 0,085 D.	

Tabelle über die elektrom. Kraft der Combination:

$$Cu \Big| \underset{(a)}{BaCl_2} + \underset{(a)}{BaCl_2} \Big| \underset{(b)}{BaCl_2} + \underset{(b)}{BaCl_2} \Big| \overline{Cu}.$$

Gew.-T. des wasserh. Salzes + 100 H_2O		Elektromot. Kraft, D = 1	
L_a	L_b	Beobachtet	Berechnet
conc.	0,019	0,176	
	0,10	0,165	
	1,00	0,118	
	5,00	0,100	
	10,00	0,085	
	20,00	0,071	
20,00	0,019	0,104	0,105
10,00	0,019	0,090	0,091
5,00	0,019	0,076	0,076
1,00	0,019	0,056	0,058

Auch hier zeigt sich eine gute Uebereinstimmung der in beiden Rubriken aufgeführten Zahlen als Beweis für die Giltigkeit des Spannungsgesetzes zwischen den einzelnen Chlorbaryum-Lösungen.

$$\textbf{D)}\ Cu \Big| \underset{\text{conc.}}{BaCl_2} + BaCl_2 \Big| H_2SO_4 + H_2SO_4 \Big| \overline{Cu}.$$

H_2SO_4 vom spec. Gewicht 1,083 bei 17°5.

Die Bestimmung des Potentialunterschieds dieser Kette war mit Schwierigkeiten insoferne verknüpft, als sich beim Einsenken der Verbindungsröhre dieselbe meist sofort mit einem unlöslichen Baryumsalz teilweise anfüllte, was eine rasche Abnahme der elektromotorischen Kraft zur Folge hatte. Die beiden grössten beobachteten Werte sind

	0,254
	0,254
im Mittel	0,254 D.

Ich gebe diese Zahlen unter Vorbehalt.

Magnesiumchlorid: $MgCl_2 + 6\,H_2O$.

Da beim Erhitzen eine teilweise Zersetzung des Magnesiumchlorids in Oxyd und Chlorwasserstoff stattfindet, so wurde die concentrirte Lösung auf kaltem Wege bereitet.

A) Specifische Gewichte.

I. Lösung, der Conc. nahe; $\Delta = 1{,}329$ bei 16°. [15])
II. Lösung, verdünnt; $\Delta = 1{,}013$ bei 13°4.

B) $Cu|MgCl_2 + MgCl_2|CuSO_4 + CuSO_4|\overline{Cu}$.

$CuSO_4$ vom spec. Gewicht 1,003 bei 18°3.

I. $MgCl_2$, conc.: $CuSO_4$		0,275
		0,276
		0,276
		0,274
		0,274
		0,274
		0,276
		0,275
	Mittel	0,275 D.
II. $MgCl_2$ verd.: $CuSO_4$. $\Delta = 1{,}013$.		
		0,140
		0,142
	Mittel	0,141 D.

15) 1,3341 bei 15°; Gerlach, Salzlösungen p. 12.

III. $MgCl_2$, conc.: $MgCl_2$, verd.

0,134
0,137

Mittel 0,136 D; berechnet 0,134 D.

C) $Cu|MgCl_2 + MgCl_2|H_2SO_4 + H_2SO_4|\overline{Cu}$.

H_2SO_4; $\Delta = 1{,}067$ bei 19°.

I. $MgCl_2$, conc.: H_2SO_4.

0,319
0,319
0,324
0,318
0,317
0,320
0,323
0,322
0,324

Mittel 0,321 D.

II. $MgCl_2$, verd.: H_2SO_4.
$\Delta = 1{,}013$.

0,080
0,077
0,081
0,077
0,080
0,077

Mittel 0,079 D.

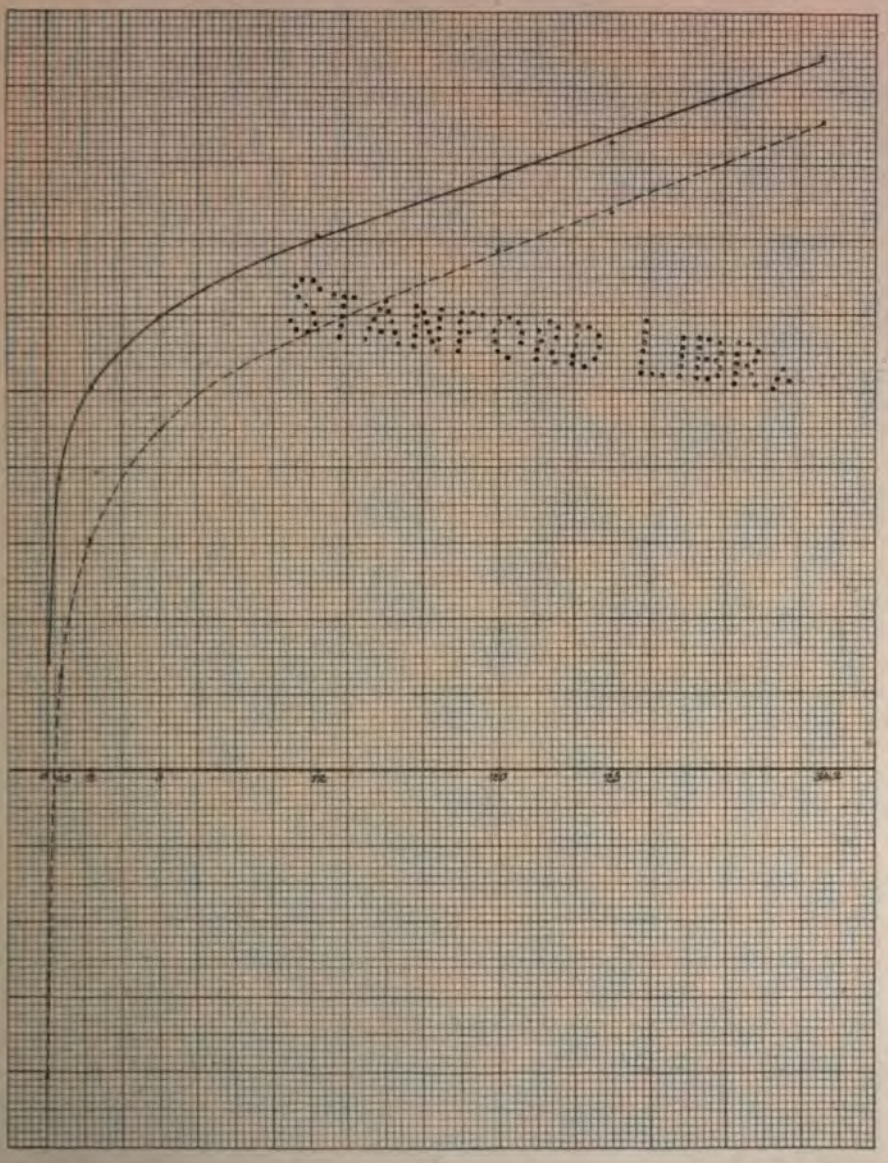
Mit Bezugnahme auf die pag. 15 ff. gemachten Auseinandersetzungen und mit Berücksichtigung der elektrom. Kraft der Combination

$$Cu\left|\begin{matrix}H_2SO_4\\1{,}067\end{matrix}\right. + H_2SO_4\left|\begin{matrix}CuSO_4\\1{,}0038\end{matrix}\right. + CuSO_4\left|\overline{Cu}\right. = 0{,}109 \text{ D}$$

Zu Kittler's Abh: Spannungsdifferenzen zwischen sich berührenden Flüssigkeiten.

——— $Cu|KCl + KCl|CuSO_4 + CuSO_4|\bar{C}u.$

------ $Cu|KCl + KCl|H_2SO_4 + H_2SO_4|\bar{C}u.$



berechnet sich die Potentialdifferenz der Flüssigkeitskette

$$\begin{array}{c|c|c|c|c|c|c} CuSO_4 & MgCl_2 & + & MgCl_2 & H_2SO_4 & + & H_2SO_4 & CuSO_4 \\ 1{,}0038 & & & & 1{,}067 & & & 1{,}0038 \end{array}$$

I. für $MgCl_2$, conc.

als $0{,}109\,D - (0{,}275\,D - 0{,}321\,D) = 0{,}155\,D.$

II. für $MgCl_2$, verd.

$0{,}109\,D - (0{,}141\,D - 0{,}079\,D) = 0{,}047\,D.$

Der Einfluss der Concentration auf die elektrom. Kraft erweist sich hier noch bedeutender als bei Chlorkalium.

Manganchlorür: $MnCl_2 + 4\,H_2O$.

A) Specifische Gewichte.

conc. bei 19°; Δ = 1,509 bei 20°2.
conc. bei 18°; Δ = 1,502 bei 17°.
verd. Lösung; Δ = 1,034 bei 17°.

B) $Cu|MnCl_2 + MnCl_2|CuSO_4 + CuSO_4|\overline{Cu}$.

$CuSO_4$: Δ = 1,003 bei 18° 5

I. conc.: $CuSO_4$.

	0,249
	0,247
	0,248
	0,247
	0,248
	0,247
	0,246
Mittel	0,247 D.

verdünnt: $CuSO_4$.
$A = 1{,}034$.

	0.182
	0,178
	0,181
Mittel	0,180 D.

conc.: verd.

	0,065
	0,067
Mittel	0,066 D.; berechnet: 0,067 D.

) $\mathbf{Cu|MnCl_2}$ (conc.) $\mathbf{+ MnCl_2|H_2SO_4 + H_2SO_4|\overline{Cu}}$.

H_2SO_4 vom spec. Gewicht 1,067 bei 19°.

conc., bei 19°: H_2SO_4

	0,294
	0,298
	0,296
Mittel	0,296 D.

conc. bei 17°: H_2SO_4.

	0,293
	0,290
	0,295
	0,291
	0,291
	0,294
Mittel	0,292 D.

Nickelchlorür: $NiCl_2 + 6H_2O$.

Concentrirt bei 18°. $\Delta = 1{,}558$ bei 18°.

A) $Cu|NiCl_2 + NiCl_2|CuSO_4 + CuSO_4|\overline{Cu}$.
conc.

$CuSO_4$, $\Delta = 1{,}0038$ bei 17°3.

	0,232
	0,231
	0,231
	0,231
Mittel	0,231 D.

B) $Cu|NiCl_2 + NiCl_2|H_2SO_4 + H_2SO_4|\overline{Cu}$.
conc.

H_2SO_4 vom spec. Gew. 1,083 bei 17°5.

	0,265
	0,265
	0,266
Mittel	0,265 D.

Gerne hätte ich auch noch die übrigen in Wasser löslichen Chloride einer eingehenden Untersuchung unterworfen. Allein es stellen sich hier mancherlei Schwierigkeiten in den Weg, die mich veranlassten, diese Arbeit zunächst ruhen zu lassen. So zersetzen sich Zink- und Aluminiumchlorid, desgleichen Zinnchlorür sehr leicht in Salzsäure und das betr. Oxyd; aus Platin- und Quecksilberchlorid scheidet sich beim Einsenken von Kupferdrähten auf diesen metallisches Platin bezw. Quecksilber ab. Mit Kohlenstäben aber konnte ich bis jetzt keine gut überein-

stimmenden Resultate erzielen. So erhielt ich z. B. für die Combination

$$\text{Kohle}|CuSO_4 + CuSO_4|CuCl_2 + CuCl_2|\overline{\text{Kohle}},$$

$CuSO_4$, $\Delta = 1{,}003$ bei 18^0 3 und

$CuCl_2$, conc. bei 15^0, $\Delta = 1{,}546$ bei 15^0,

Werte von 0,348 D bis 0,374 D.

Resultate.

I. Wenn in der Combination

$$\mathbf{Cu|L + L|CuSO_4 + CuSO_4|\overline{Cu}}$$

für L nacheinander die concentrirten wässerigen Lösungen der Chloride:

Chlorkalium, Chlornatrium, Chlorammonium, Chlorlithium, Chlorcalcium, Chlorstrontium, Chlorbaryum, Chlormagnesium Chlormangan und Chlornickel

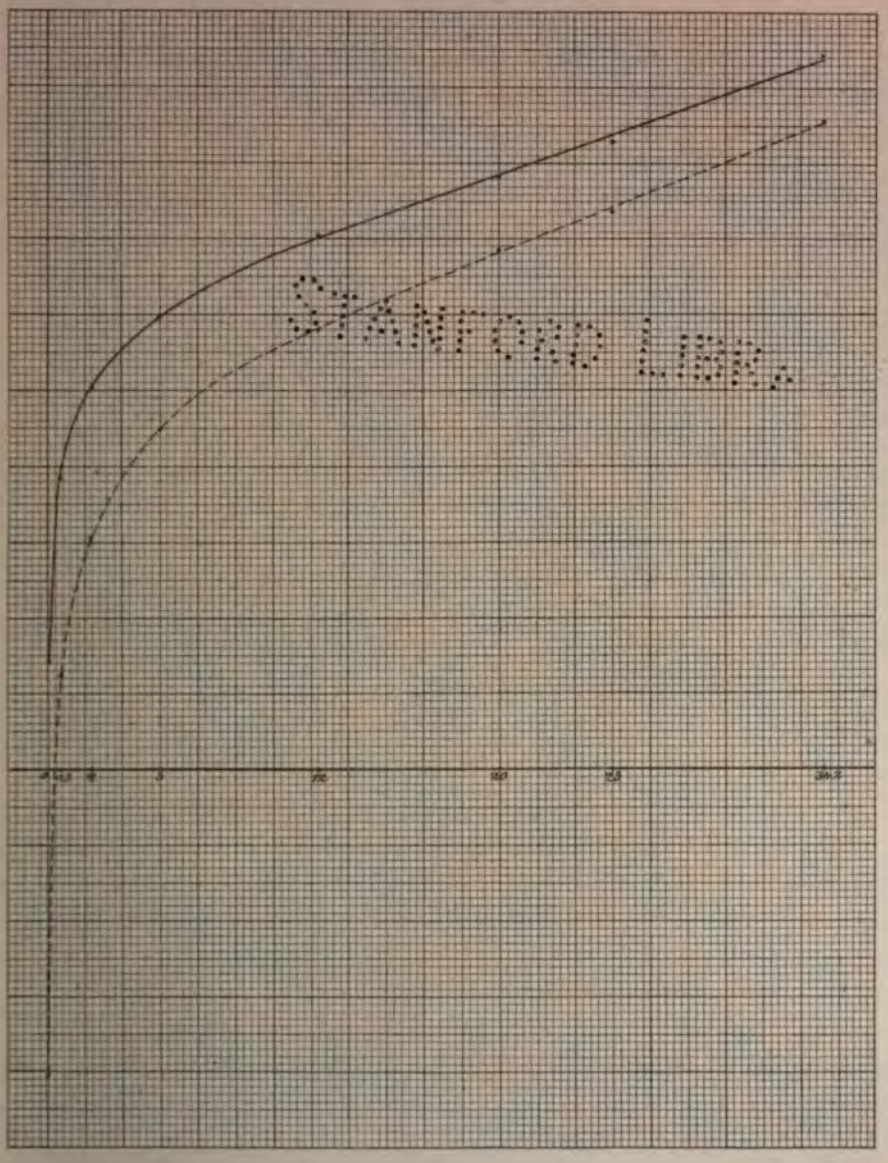
substituirt werden, so erhält man folgende elektromotorische Kräfte unter Anwendung von verdünnter $CuSO_4$-Lösung vom spec. Gewicht 1,003 bis 1,004:

Chlorid	Elektrom. Kraft D = 1
NH_4Cl	0,318
KCl	0,315
$LiCl$	0,308
$CaCl_2$	0,304
$NaCl$	0,302
$SrCl_2$	0,290
$MgCl_2$	0,275
$BaCl_2$	0,251
$MnCl_2$	0,247
$NiCl_2$	0,231

Zur Kittler's Abh: Spannungsdifferenzen zwischen sich berührenden Flüssigkeiten.

——— $Cu \mid KCl + KCl \mid CuSO_4 + CuSO_4 \mid \bar{Cu}$.

- - - - - $Cu \mid KCl + KCl \mid H_2SO_4 + H_2SO_4 \mid \bar{Cu}$.



Herr Professor v. Jolly legt vor und bespricht:

Theorie der elliptischen Doppelbrechung. Von E. Lommel.

In einer vorausgegangenen Mittheilung[1]) habe ich gezeigt, dass sich die Drehung der Polarisationsebene in isotropen Mitteln aus den einfachen Vorstellungen, welche meiner Lichttheorie zu Grunde liegen, in befriedigender Weise erklärt. Die nämlichen Principien, auf die Fortpflanzung des Lichtes in krystallisirten Körpern angewandt, führen auch zur Erklärung der elliptischen Doppelbrechung. Man braucht den Gleichungen, welche die Mitbewegung der Körpertheilchen in Krystallen bestimmen[2]), nur diejenigen Glieder hinzuzufügen, welche der vorigen Mittheilung zufolge die Einwirkung des schraubenartigen Baues der Moleküle ausdrücken, während die Bewegungsgleichungen des Aethers ungeändert die nämlichen bleiben wie in isotropen Körpern.

Bildet die Normale der fortgepflanzten ebenen Welle, zugleich die z-Achse unseres rechtwinkligen Coordinatensystems, mit der Richtung der Schraubenaxen der Moleküle einen Winkel, dessen Cosinus w_3 ist, so sind

$$-\,2\,\delta w_3^2 m\,\frac{d(y'-y)}{dt} \quad \text{und} \quad +\,2\,\delta w_3^2 m\,\frac{d(x'-x)}{dt}$$

1) Diese Sitzungsberichte, Bd. 11. p. 454. 1881.
2) Wied. Ann. Bd. 4. p. 58. 1878.

die Zusatzglieder, welche zu den resp. nach der x- und y-Axe gerichteten Kraftcomponenten hinzugefügt werden müssen. Die Schraubenaxe jedes Moleküls nehmen wir als zusammenfallend an mit einer seiner drei auf einander senkrechten Elasticitätsaxen. In Bezug auf diese gegebenen Richtungen wird die Lage des Coordinatensystems, dessen xy-Ebene die fortgepflanzte Welle ist, bestimmt durch die Cosinus

$$u_1,\ v_1,\ w_1;\ u_2,\ v_2,\ w_2;\ u_3,\ v_3,\ w_3$$

der Winkel, welche resp. die x-, y- und z-Axe mit jenen drei Richtungen einschliessen.

Die Bewegungsgleichungen der Körpertheilchen lauten alsdann:

$$(1)\quad \begin{cases} m\dfrac{d^2(x'-x)}{dt^2} + 2\,km\dfrac{d(x'-x)}{dt} + 2\,\delta w_3^2 m\dfrac{d(y'-y)}{dt} \\ \quad + mN_1(x'-x) + mT_3(y'-y) + mT_2(z'-z) \\ \qquad + 2\,m\nu\left(\dfrac{d\xi'}{dt} - \dfrac{dx'}{dt}\right) = 0, \\ m\dfrac{d^2(y'-y)}{dt^2} - 2\,\delta w_3^2 m\dfrac{d(x'-x)}{dt} + 2\,km\dfrac{d(y'-y)}{dt} \\ \quad + mT_3(x'-x) + mN_2(y'-y) + mT_1(z'-z) \\ \qquad + 2\,m\nu\left(\dfrac{d\eta'}{dt} - \dfrac{dy'}{dt}\right) = 0, \end{cases}$$

diejenigen des Aethers aber wie immer:

$$(2)\quad \begin{cases} \mu\dfrac{d^2(x-\xi')}{dt^2} = \omega^2\left(\dfrac{d^2(x-\xi')}{dx^2} + \dfrac{d^2(x-\xi')}{dy^2} + \dfrac{d^2(x-\xi')}{dz^2}\right) \\ \qquad + 2\,m\nu\left(\dfrac{d\xi'}{dt} - \dfrac{dx'}{dt}\right), \\ \mu\dfrac{d^2(y-\eta')}{dt^2} = \omega^2\left(\dfrac{d^2(y-\eta')}{dx^2} + \dfrac{d^2(y-\eta')}{dy^2} + \dfrac{d^2(y-\eta')}{dz^2}\right) \\ \qquad + 2\,m\nu\left(\dfrac{d\eta'}{dt} - \dfrac{dy'}{dt}\right). \end{cases}$$

Darin bedeuten x, y, z die rechtwinkligen Coordinaten der gemeinschaftlichen Gleichgewichtslage der in demselben Volumenelement enthaltenen Körpermasse m und Aethermasse μ, und x', y', z'; ξ, η', ζ' ihre resp. Coordinaten zur Zeit t. Ferner ist:

$$(3)\begin{cases} N_1 = p_1^2u_1^2 + p_2^2v_1^2 + p_3^2w_1^2 \\ N_2 = p_1^2u_2^2 + p_2^2v_2^2 + p_3^2w_2^2 \\ N_3 = p_1^2u_3^2 + p_2^2v_3^2 + p_3^2w_3^2 \end{cases}$$

$$(4)\begin{cases} T_1 = p_1^2u_2u_3 + p_2^2v_2v_3 + p_3^2w_2w_3 \\ T_2 = p_1^2u_1u_3 + p_2^2v_1v_3 + p_3^2w_1w_3 \\ T_3 = p_1^2u_1u_2 + p_2^2v_1v_2 + p_3^2w_1w_2, \end{cases}$$

wo p_1, p_2, p_3 die mit 2π multiplicirten Schwingungszahlen der Eigenschwingungen darstellen, deren das Molekül parallel zu seinen drei Elasticitätsaxen fähig ist.

Man genügt den obigen Differentialgleichungen durch das Werthsystem:

$$(5)\begin{cases} x-\xi' = Al,\ y-\eta' = Bl,\ z-\zeta' = 0, \\ x'-x = Ll,\ y'-y = Ml,\ z'-z = 0, \\ l = e^{-(K+\frac{q}{c}i)z+qit}, \end{cases}$$

worin q die mit 2π multiplicirte Schwingungszahl der fortgepflanzten Welle ausdrückt, während die Constanten A, B, L, M, ferner die Fortpflanzungsgeschwindigkeit c und das Absorptionsvermögen K noch zu bestimmen sind.

Setzt man die Werthe (5) in die Gleichungen (2), so werden sie:

$$\mu q^2 + \omega^2\left(K + \frac{q}{c}i\right)^2 - 2\,m\nu qi\left(1 + \frac{L}{A}\right) = 0,$$

$$\mu q^2 + \omega^2\left(K + \frac{q}{c}i\right)^2 - 2\,m\nu qi\left(1 + \frac{M}{B}\right) = 0,$$

und zeigen zunächst, dass

$$(6) \qquad \frac{L}{A} = \frac{M}{B} = \varrho$$

sein muss, während zur Bestimmung von K und c die einzige complexe Gleichung

$$(7) \quad \mu q^2 + \omega^2\left(K + \frac{q}{c}i\right)^2 - 2\, m\nu qi(1 + \varrho) = 0$$

zurückbleibt.

Die Gleichungen (1) dagegen nehmen nach Substitution der Werthe (5) die folgende Gestalt an:

$$(N_1 - q^2 + 2(k-\nu)qi)\, L + (T_3 + 2\,\delta w_2^2 qi)\, M - 2\,\nu qiA = 0,$$
$$(N_2 - q^2 + 2(k-\nu)qi)\, M + (T_3 - 2\,\delta w_3^2 qi)\, L - 2\,\nu qiB = 0,$$

oder wenn man gemäss (6) $L = A\varrho$, $M = B\varrho$ einführt und

$$(8) \qquad 2\, qi\left(\frac{\nu}{\varrho} + \nu - k\right) = s$$

setzt:

$$(9) \quad \begin{cases} N_1 - q^2 - s + \left(T_3 + 2\,\delta w_2^2 qi\right)\dfrac{B}{A} = 0, \\ N_2 - q^2 - s + \left(T_3 - 2\,\delta w_3^2 qi\right)\dfrac{A}{B} = 0. \end{cases}$$

Werden diese beiden Gleichungen, nachdem

$$(10) \qquad \frac{B}{A} = \beta$$

gesetzt worden, von einander abgezogen, so ergibt sich zur Bestimmung von β die Gleichung:

$$(11) \quad (T_3 + 2\,\delta w_2^2 qi)\beta^2 - (N_2 - N_1)\beta - (T_3 - 2\,\delta w_3^2 qi) = 0,$$

aus welcher zwei Werthe von β, nämlich

$$(12) \qquad \beta = \frac{T_3 - 2\,\delta w_3^2 q i}{T_3^2 + 4\,\delta^2 w_3^4 q^2} \times$$

$$\left(\tfrac{1}{2}\,(N_2 - N_1) \pm \sqrt{\tfrac{1}{4}\,(N_2 - N_1)^2 + T_3^2 + 4\,\delta^2 w_3^4 q^2}\right),$$

hervorgehen, zu welchen vermöge (9) die folgenden zwei Werthe von s sich zuordnen:

$$(13) \qquad s = \tfrac{1}{2}\,(N_1 - q^2 + N_2 - q^2)$$

$$\pm \sqrt{\tfrac{1}{4}\,(N_2 - N_1)^2 + T_3^2 + 4\,\delta^2 w_3^4 q^2}.$$

Da nach (8):

$$\varrho = \frac{si + 4\,\nu(k - \nu)q^2}{s^2 + 4\,(k - \nu)^2 q^2}$$

ist, so zerfällt die Gleichung (7) in folgende zwei:

$$(14) \quad \begin{cases} \dfrac{1}{c^2} - \dfrac{K^2}{q^2} = \dfrac{\mu}{\omega^2}\left(1 + \dfrac{4\,m\nu^2}{\mu} \cdot \dfrac{s}{s^2 + 4(k - \nu)^2 q^2}\right), \\[2ex] 2 \cdot \dfrac{K}{q} \cdot \dfrac{1}{c} = \dfrac{\mu}{\omega^2} \cdot \dfrac{2\,m\nu}{\mu q} \cdot \dfrac{s^2 + 4\,k(k - \nu)q^2}{s^2 + 4\,(k - \nu)^2 q^2}, \end{cases}$$

aus welchen sich, wenn man zur Abürzung

$$(15) \quad \begin{cases} 1 + \dfrac{4\,m\nu^2}{\mu} \cdot \dfrac{s}{s^2 + 4\,(k - \nu)^2 q^2} = P \\[2ex] \dfrac{2\,m\nu}{\mu q} \cdot \dfrac{s^2 + 4\,k(k - \nu)q^2}{s^2 + 4\,(k - \nu)^2 q^2} = Q \end{cases}$$

setzt und $\omega/\sqrt{\mu}$, d. i. die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes im freien Aether, gleich 1 annimmt, c und K wie folgt ergeben:

$$(16) \quad \begin{cases} \dfrac{1}{c^2} = \tfrac{1}{2}\left(\sqrt{P^2 + Q^2} + P\right), \\[2ex] \dfrac{K^2}{q^2} = \tfrac{1}{2}\left(\sqrt{P^2 + Q^2} - P\right). \end{cases}$$

Jedem der beiden Werthe von s oder β, welche wir fortan mit s_1, s_2 und β_1, β_2 bezeichnen wollen, entspricht hienach ein zugehöriger Werth der Fortpflanzungsgeschwindigkeit (c_1 und c_2) und des Absorptionsvermögens (K_1 und K_2).

Es ist aber

$$\beta_1 = \frac{T_3 - 2\,\delta w_3^2 q i}{T_3^2 + 4\,\delta^2 w_3^4 q^2}\left(\sqrt{\tfrac{1}{4}(N_2 - N_1)^2 + T_3^2 + 4\,\delta^2 w_3^4 q^2} + \tfrac{1}{2}(N_2 - N_1)\right),$$

oder, wenn man

$$(17)\quad \begin{cases} \cos\psi = \dfrac{T_3}{\sqrt{T_3^2 + 4\,\delta^2 w_3^4 q^2}}, \\[2ex] \sin\psi = \dfrac{2\,\delta w_3^2 q}{\sqrt{T_3^2 + 4\,\delta^2 w_3^4 q^2}}, \end{cases}$$

und

$$(18)\quad \alpha = \frac{\sqrt{T_3^2 + 4\,\delta^2 w_3^4 q^2}}{\sqrt{\tfrac{1}{4}(N_2 - N_1)^2 + T_3^2 + 4\,\delta^2 w_3^4 q^2} + \tfrac{1}{2}(N_2 - N_1)}$$

setzt,

$$(19)\quad \beta_1 = \frac{1}{\alpha}\cdot e^{-\psi i} \quad \text{und} \quad \beta_2 = -\alpha\,.\,e^{-\psi i},$$

Da sonach $A = B/\beta_1 = \alpha e^{\psi i} B$ ist, so erhält man, indem man der Einfachheit wegen ξ statt $x - \xi'$ und η statt $y - \eta'$ schreibt, zur Geschwindigkeit c_1 gehörig die beiden Schwingungscomponenten:

$$\xi_1 = \alpha B e^{-(K_1 + \frac{q}{c_1} i)z + qit + \psi i}, \quad \eta_1 = B e^{-(K_1 + \frac{q}{c_1} i)z + qit};$$

und ebenso, da $B = \beta_2 A = -\alpha e^{-\psi i} A$ ist, die mit der Geschwindigkeit c_2 sich fortpflanzenden Schwingungen:

$$\xi_2 = Ae^{-(K_2 + \frac{q}{c_2} i)z + qit}, \quad \eta_2 = -\alpha Ae^{-(K_2 + \frac{q}{c_2} i)z + qit - \psi i},$$

oder, wenn man bloss die reellen Antheile dieser Ausdrücke beibehält:

$$(20) \quad \begin{cases} \xi_1 = \alpha Be^{-K_1 z} \cos(qt - \frac{q}{c_1} z + \psi), \\ \eta_1 = Be^{-K_1 z} \cos(qt - \frac{q}{c_1} z), \end{cases}$$

$$(21) \quad \begin{cases} \xi_2 = Ae^{-K_2 z} \cos(qt - \frac{q}{c_2} z), \\ \eta_2 = -\alpha Ae^{-K_2 z} \cos(qt - \frac{q}{c_2} z - \psi). \end{cases}$$

Indem man zur Abkürzung $Be^{-K_1 z} = a_1$, $Ae^{-K_2 z} = a_2$ setzt, erkennt man leicht, dass ξ_1, η_1 einerseits und ξ_2, η_2 andrerseits resp. die Coordinaten der beiden Ellipsen:

$$(22) \quad \frac{\xi_1^2}{\alpha^2 a_1^2} + \frac{\eta_1^2}{a_1^2} - \frac{2\,\xi_1 \eta_1 \cos\psi}{\alpha a_1^2} = \sin^2\psi$$

und

$$(23) \quad \frac{\xi_2^2}{a_2^2} + \frac{\eta_2^2}{\alpha^2 a_2^2} + \frac{2\,\xi_2 \eta_2 \cos\psi}{\alpha a_2^2} = \sin^2\psi$$

sind, und es ergibt sich somit, dass nach der gegebenen Richtung in dem Krystall zwei entgegengesetzt elliptisch polarisirte Wellen, deren Bahnellipsen einander ähnlich, aber um einen rechten Winkel gegen einander gedreht sind, mit verschiedenen Geschwindigkeiten fortschreiten.

Betrachten wir nun die Bahnellipsen etwas genauer, indem wir z. B. die Gleichung der ersteren (22), welche der grösseren Geschwindigkeit c_1 entspricht, zu ihren Axen

transformiren, so bestimmt sich der Winkel φ, welchen die Axenrichtung mit der x-Axe einschliesst, aus der Gleichung:

$$(22) \qquad \operatorname{tg} 2\varphi = -\frac{2\,\alpha\cos\psi}{1-\alpha^2},$$

welche, wenn statt α und $\cos\psi$ die obigen Werthe eingesetzt werden, in

$$(24a) \qquad \operatorname{tg} 2\varphi = -\frac{2\,T_3}{N_2 - N_1}$$

sich umgestaltet.

Nun haben wir früher[1]) gezeigt, dass die Schwingungsrichtungen und die Geschwindigkeiten der beiden geradlinig polarisirten Wellen, welche sich in dem Krystall bei gewöhnlicher Doppelbrechung fortpflanzen, durch die Axen der Ellipse

$$(N_1 - q^2)x^2 + (N_2 - q^2)y^2 + 2\,T_3 xy = 1$$

bestimmt werden, welche ein senkrecht zur Wellennormale geführter Diametralschnitt des „Absorptionsellipsoides" ist, dessen Gleichung, auf das Coordinatensystem der Haupt-Elasticitätsaxen bezogen,

$$(p_1^2 - q^2)x_1^2 + (p_2^2 - q^2)y_1^2 + (p_3^2 - q^2)z_1^2 = 1$$

lautet. Transformirt man auch diese Ellipse zu ihren Axen, so ergibt sich der Winkel φ', den die Axenrichtung mit der Richtung der x bildet, aus der Gleichung

$$\operatorname{tg} 2\varphi' = -\frac{2\,T_3}{N_2 - N_1},$$

also genau wie oben (24a). Die Axenrichtungen der Bahnellipse (22) fallen sonach mit denjenigen der letzteren Ellipse zusammen, und man überzeugt sich leicht, dass die grosse

1) Theorie der Doppelbrechung, Wied. Ann. 4. p. 60.

Axe der ersteren mit derjenigen Axe der letzteren coincidirt, zu welcher die Fortpflanzungsgeschwindigkeit c_1 gehört. Es ergibt sich also, dass die grossen Axen der beiden Bahnellipsen dieselbe Lage haben, wie die gradlinigen Schwingungen, welche sich mit den entsprechenden Geschwindigkeiten in dem Krystall fortpflanzen würden, wenn seine Moleküle symmetrisch gebaut wären.

Vermöge derselben Transformationsrechnung findet man sofort auch das Axenverhältniss γ der beiden Bahnellipsen, nämlich:

$$(22) \qquad \gamma = \frac{2\,\alpha \sin\psi}{1 + \alpha^2 + \sqrt{(1 - \alpha^2)^2 + 4\,\alpha^2 \cos^2\psi}},$$

oder auch, wenn man statt α und ψ ihre obigen Werthe einführt:

$$(25a) \qquad \gamma = \frac{2\,\delta w_3^2 q}{\sqrt{\frac{1}{4}(N_2 - N_1)^2 + T_3^2 + 4\,\delta^2 w_3^4 q^2} + \sqrt{\frac{1}{4}(N_2 - N_1)^2 + T_3^2}}.$$

Dieses Verhältniss wird $= 0$, wenn $w_3 = 0$ ist, d. h. nach allen Richtungen senkrecht zur Schraubenaxe pflanzen sich geradlinig polarisirte Strahlen fort, und zwar, wie schon aus den Grundgleichungen (1) hervorgeht, nach den Gesetzen der gewöhnlichen Doppelbrechung.

Das Verhältniss γ wird dagegen $= 1$, wenn $T_3 = 0$ und $N_2 = N_1$ wird, d. h. wenn der obige Diametralschnitt des Absorptionsellipsoids mit der Wellenebene ein Kreis ist, oder wenn die Wellennormale mit einer der beiden optischen Axen zusammenfällt. Die optischen Axen sind also jetzt dadurch ausgezeichnet, dass sich in ihrer Richtung zwei entgegengesetzt kreisförmig polarisirte Wellen mit verschiedenen Geschwindigkeiten fortpflanzen. Ihre Lage ist, wie man sieht, von der Grösse δ unabhängig und demnach

genau dieselbe, welche sie unter den nämlichen Elasticitätsverhältnissen in einem Krystall ohne Rotationsvermögen besitzen würden. Diese Circularpolarisation kann indessen nur dann eintreten, wenn die Schraubenaxe in die Richtung der grössten oder der kleinsten molekularen Elasticität fällt; wenn dagegen die Schraubenaxe mit der Richtung mittlerer Elasticität zusammenfällt, und demnach senkrecht steht zur Ebene der optischen Axen, so findet in dieser, wegen $w_3 = 0$, Doppelbrechung nach den gewöhnlichen Gesetzen statt.

Der Phasenunterschied D der beiden elliptischen Wellen ist:

$$D = qz\left(\frac{1}{c_2} - \frac{1}{c_1}\right) = qz \cdot \frac{\frac{1}{c_2^2} - \frac{1}{c_1^2}}{\frac{1}{c_2} + \frac{1}{c_1}}.$$

Bei farblos durchsichtigen Krystallen, für welche das Absorptionsvermögen K sehr klein und demnach (zufolge der zweiten Gleichung 16) auch Q sehr klein ist, kann man genähert

$$\frac{1}{c^2} = P$$

nehmen. Vernachlässigt man in dem Nenner des Ausdrucks P (erste der Gleichungen 15) auch noch die kleine Grösse $4(k - \nu)^2 q^2$ gegenüber s^2, so erhält man:

$$\frac{1}{c_2^2} - \frac{1}{c_1^2} = P_2 - P_1 = \frac{4 m\nu^2}{\mu}\left(\frac{1}{s_2} - \frac{1}{s_1}\right) = \frac{4 m\nu^2}{\mu} \cdot \frac{s_1 - s_2}{s_1 s_2},$$

also mit Rücksicht auf Gleichung (13):

$$(26) \qquad D = qz \cdot \frac{4 m\nu^2}{\mu} \cdot \frac{2}{s_1 s_2\left(\frac{1}{c_1} + \frac{1}{c_2}\right)} \cdot \sqrt{\tfrac{1}{4}(N_2 - N_1)^2 + T_3^2 + 4\delta^2 w_1^4 q^2}.$$

Statt wie bisher die Richtung der Wellennormale durch die Cosinus u_3, v_3, w_3 der drei Winkel, welche sie mit den drei Hauptelasticitätsaxen einschliesst, anzugeben, führen wir jetzt die Winkel ϑ_1 und ϑ_2 ein, welche sie mit den beiden optischen Axen, d. i. mit den Normalen der Kreisschnitte des Ellipsoids

$$(p_1^2 - q^2)x_1^2 + (p_2^2 - q^2)y_1^2 + (p_3^2 - q^2)z_1^2 = 1$$

bildet. Die reciproken Quadrate s'_1 und s'_2 der Halbaxen des der Wellenebene parallelen Diametralschnitts sind alsdann bekanntlich durch die Gleichungen:

$$s'_1 = \tfrac{1}{2}(p_1^2 + p_3^2 - 2q^2) + \tfrac{1}{2}(p_1^2 - p_3^2)\cos(\vartheta_1 - \vartheta_2)$$

$$s'_2 = \tfrac{1}{2}(p_1^2 + p_3^2 - 2q^2) + \tfrac{1}{2}(p_1^2 - p_3^2)\cos(\vartheta_1 + \vartheta_2)$$

ausgedrückt, aus welchen

$$s'_1 - s'_2 = (p_1^2 - p_3^2)\sin\vartheta_1 \sin\vartheta_2$$

folgt. Anderseits ergibt sich aus der Gleichung dieses Diametralschnitts:

$$(N_1 - q^2)x^2 + (N_2 - q^2)y^2 + 2T_3xy = 1$$

die nämliche Differenz in folgender Gestalt:

$$s'_1 - s'_2 = 2\sqrt{\tfrac{1}{4}(N_2 - N_1)^2 + T_3^2},$$

so dass man hat:

$$(27)\quad \tfrac{1}{4}(N_2 - N_1)^2 + T_3^2 = \left(\tfrac{1}{2}(p_1^2 - p_3^2)\sin\vartheta_1 \sin\vartheta_2\right)^2.$$

Bezeichnen wir ferner mit Θ den Winkel, den jede der optischen Axen mit der z_1-Axe (d. ist mit der zur Schraubenaxe parallelen Haupt-Elasticitätsrichtung) bildet, so ist

$$\cos\vartheta_1 = u_3\sin\Theta + w_3\cos\Theta$$

$$\cos\vartheta_2 = -u_3\sin\Theta + w_3\cos\Theta,$$

folglich:

$$w_3 = \frac{\cos\vartheta_1 + \cos\vartheta_2}{2\cos\Theta},$$

oder, da

$$\cos\Theta = \sqrt{\frac{p_2^2 - p_3^2}{p_1^2 - p_3^2}}$$

ist:

$$(28) \qquad w_3^2 = \frac{1}{4} \cdot \frac{p_1^2 - p_3^2}{p_2^2 - p_3^2}\left(\cos\vartheta_1 + \cos\vartheta_2\right)^2.$$

Mit Rücksicht auf die Gleichungen (27) und (28) gestaltet sich nun der Ausdruck für den Phasenunterschied wie folgt:

$$(26a) \qquad D = qz \cdot \frac{4\,m\nu^2}{\mu} \cdot \frac{p_1^2 - p_3^2}{p_2^2 - p_3^2} \cdot \frac{(\cos\vartheta_1 + \cos\vartheta_2)^2}{s_1 s_2\left(\frac{1}{c_1} + \frac{1}{c_2}\right)} \times$$

$$\sqrt{\left((p_2^2 - p_3^2) \cdot \frac{\sin\vartheta_1 \sin\vartheta_2}{(\cos\vartheta_1 + \cos\vartheta_2)^2}\right)^2 + \delta q^2}.$$

Hierin sind die Grössen s_1, s_2, c_1, c_2 nach Massgabe der Gleichungen (13), (15) und (16) ebenfalls noch von der Richtung der Wellenormale (oder von ϑ_1 und ϑ_2) abhängig. Man wird jedoch, ohne einen merklichen Fehler zu begehen, statt ihrer auch die Werthe s'_1, s'_2, c'_1 und c'_2 setzen dürfen, welche für den nämlichen Krystall bei normaler Doppelbrechung ($\delta = 0$) gelten würden, ja man wird, falls ϑ_1 und ϑ_2 hinreichend klein sind, den Nenner

$$s_1 s_2 \left(\frac{1}{c_1} + \frac{1}{c_2}\right)$$

als constant ansehen dürfen, indem man ihm denjenigen Werth beilegt, welchen er für die z_1-Axe annimmt.

Werden jetzt auch noch in den Ausdruck für das Axenverhältniss (25a) die Winkel ϑ_1 und ϑ_2 eingeführt, so stellt sich derselbe noch in folgender Form dar:

$$(25b)\quad \gamma = \delta q : \left((p_2^2 - p_3^2) \frac{\sin\vartheta_1 \sin\vartheta_2}{(\cos\vartheta_1 + \cos\vartheta_2)^2} + \sqrt{\left((p_2^2 - p_3^2) \frac{\sin\vartheta_1 \sin\vartheta_2}{(\cos\vartheta_1 + \cos\vartheta_2)^2} \right)^2 + \delta^2 q^2} \right)$$

Die bisherigen Entwickelungen gelten ganz allgemein für zweiaxige Krystalle. Man erhält aus ihnen die für einaxige Krystalle giltigen Formeln, wenn man $p_2 = p_1$ und sonach $\vartheta_1 = \vartheta_2 = \vartheta$ setzt, wo nun $\vartheta = \arccos w_3$ den Winkel bedeutet, welchen die Wellennormale mit der optischen Axe, die zugleich die Axe des schraubenartigen Baues ist, einschliesst. Der Phasenunterschied wird alsdann:

$$(29)\qquad D = qz \cdot \frac{4\,m\nu^2}{\mu} \cdot \frac{\cos^2\vartheta}{s_1 s_2 \left(\frac{1}{c_1} + \frac{1}{c_2} \right)} \sqrt{\left((p_1^2 - p_3^2) \operatorname{tg}^2\vartheta \right)^2 + 4^2 \delta^2 q^2}.$$

Nun ist aber, wenn wir die bereits oben angewendete Annäherung zulassen:

$$\frac{1}{c_1^2} - 1 = \frac{4\,m\nu^2}{\mu} \cdot \frac{1}{s_1}, \qquad \frac{1}{c_2^2} - 1 = \frac{4\,m\nu^2}{\mu} \cdot \frac{1}{s_2},$$

folglich:

$$\frac{4\,m\nu^2}{\mu} \cdot \frac{1}{s_1 s_2} = \frac{\mu}{4\,m\nu^2} \cdot \left(\frac{1}{c_1^2} - 1 \right) \left(\frac{1}{c_2^2} - 1 \right).$$

Mit demselben Grade der Annäherung hat man ferner [1]):

$$p_1^2 - q^2 = \frac{4\,m\nu^2}{\mu} \cdot \frac{1}{n^2 - 1}, \quad p_3^2 - q^2 = \frac{4\,m\nu^2}{\mu} \cdot \frac{1}{n'^2 - 1},$$

1) Wied. Ann. Bd. 4. p. 65. 1878.

also:

$$p_1^2 - p_2^2 = \frac{4\,m\nu^2}{\mu} \cdot \frac{n'^2 - n^2}{(n^2-1)(n'^2-1)},$$

wo n' den Hauptbrechungscoefficienten der aussergewöhnlichen, n denjenigen der gewöhnlichen Strahlen bezeichnet. Nach Einsetzung dieser Werthe ergibt sich:

$$(30) \qquad D = qz \cdot \frac{\left(\frac{1}{c_1^2} - 1\right)\left(\frac{1}{c_2^2} - 1\right)}{\frac{1}{c_1} + \frac{1}{c_2}} \times$$

$$\sqrt{\left(\frac{n'^2 - n^2}{(n^2-1)(n'^2-1)} \sin^2\vartheta\right)^2 + \left(\frac{\mu\delta}{m\nu^2}\, q\cos^2\vartheta\right)^2}.$$

Wenn der Winkel ϑ klein ist, sind die Geschwindigkeiten c_1 und c_2 nur wenig von einander und von derjenigen Geschwindigkeit verschieden, welche bei Abwesenheit des Rotationsvermögens längs der Krystallaxe stattfinden würde. Man kann daher genähert

$$\frac{1}{c_1} = \frac{1}{c_2} = n$$

annehmen. Ersetzt man ferner q durch seinen Werth $2\pi/\lambda$, und dividirt beiderseits durch $2\pi z$, so dass die Formel nun den Gangunterschied

$$d = \frac{D}{2\pi z}$$

für die Einheit der im Krystall durchlaufenen Strecke nach Wellenlängen gemessen angibt, so hat man:

$$(31) \qquad d =$$

$$\sqrt{\left(\frac{n^2-1}{n'^2-1} \cdot \frac{n'^2 - n^2}{2\,n\lambda} \sin^2\vartheta\right)^2 + \left(\frac{\pi\mu\delta}{m\nu^2} \cdot \frac{(n^2-1)^2}{n\lambda^2} \cos^2\vartheta\right)^2}$$

Hieraus ergibt sich der Gangunterschied d_0 in der Richtung der Axe (für $\vartheta = 0$):

$$d_0 = \frac{\pi\mu\delta}{m\nu^2} \cdot \frac{(n^2 - 1)^2}{n\lambda^2},$$

oder, wenn zur Abkürzung

$$a = \frac{\pi\mu\delta}{m\nu^2}$$

gesetzt wird:

$$(32) \qquad d_0 = a \cdot \frac{(n^2 - 1)^2}{n\lambda^2}.$$

Setzen wir noch der Kürze wegen:

$$(33) \qquad b = \frac{n^2 - 1}{n'^2 - 1} \cdot \frac{n'^2 - n^2}{2n\lambda},$$

so erhalten wir für den Gangunterschied:

$$(34) \qquad d = \sqrt{(b\sin^2\vartheta)^2 + (d_0\cos^2\vartheta)^2},$$

und für das Axenverhältniss:

$$(35) \qquad \gamma = \frac{d_0\cos^2\vartheta}{b\sin^2\vartheta + \sqrt{(b\sin^2\vartheta)^2 + (d_0\cos^2\vartheta)^2}}.$$

Diese beiden Gleichungen haben genau dieselbe Form wie diejenigen von Cauchy, mit welchen Jamin[1]) seine am Bergkrystall durchgeführten zahlreichen Messungen der Grössen d und γ verglichen hat, nur dass nach Cauchy

$$b = \frac{n}{n'} \cdot \frac{n' - n}{\lambda}$$

sein soll.

---

1) Jamin, Mémoire sur la double Réfraction elliptique du Quartz. Ann. de Chimie et de Physique. 3. Série. Tome 30. p. 55. 1850.

Jamin gibt die Wellenlänge des weissen Lichts, auf welches sich seine Beobachtungen beziehen, zu $\lambda = 0{,}000561$ mm an. Nehmen wir für n' und n aus den Beobachtungen von Mascart die Werthe für die Fraunhofer'sche Linie D, deren Wellenlänge der obigen am nächsten kommt, nämlich $n' = 1{,}55338$ und $n = 1{,}54423$, so ergibt sich nach Formel (33):

$$b = 16{,}030$$

während d_0 nach Jamins Messung den Werth 0,1200 hat. Indem Jamin den von Malus gegebenen Werth von n (1,5484) benutzt und $n' - n$ durch directe Messung zu 0,00905 bestimmt, findet er nach Cauchy's Formel:

$$b = 16{,}034.$$

Der Umstand, dass der Werth von b, welchen Jamin seiner Rechnung zu Grunde gelegt hat, so genau mit dem aus unserer Formel (33) sich ergebenden übereinstimmt, hat zur Folge, dass diese Rechnung unmittelbar als Bestätigung unserer Theorie anzusehen ist, und daher nicht wiederholt zu werden braucht.

Zu einer weiteren Bestätigung unserer Theorie gibt die Formel (32) Anlass. Dem Gangunterschiede d_0 ist nämlich die Drehung Δ der Polarisationsebene proportional, welche eine senkrecht zur Axe geschnittene Bergkrystallplatte hervorbringt, oder es ist

$$(36) \qquad \Delta = C \cdot \frac{(n^2 - 1)^2}{n\lambda^2}.$$

Die folgende Tabelle, in welcher die von Stefan beobachteten Werthe der Drehungen für die verschiedenen Fraunhofer'schen Linien mit den aus Formel (36) unter Zugrundelegung der von Mascart gemessenen Brechungscoefficienten und der von Ketteler angewendeten Wellenlängen berechneten zusammengestellt sind, zeigt, dass die

Uebereinstimmung zwischen Theorie und Erfahrung eine sehr befriedigende ist.

Tabelle.

Drehung der Polarisationsebene im Quarz.

$\log C = 0{,}7831534$

Fraunhofer'sche Linien	λ	n	Δ beobachtet	Δ berechnet	Differenz
B	0,68661	1,54099	15,55	15,79	— 0,24
C	0,65602	1,54188	17,22	17,35	— 0,13
D	0,58878	1,54423	21,67	21,74	— 0,07
E	0.52680	1,54718	27,46	27,46	0,00
F	0,48597	1.54966	32,69	32,57	+ 0,12
G	0,43077	1,55492	42,37	42,28	+ 0,09
H	0,39674	1,55816	50,98	50,46	+ 0,52

Die Formel (36) stellt übrigens nicht bloss für den Quarz, sondern für alle activen Körper den Zusammenhang dar zwischen der Drehung der Polarisationsebene, der Wellenlänge und dem Brechungscoefficienten; sie ist nichts anderes als das vervollständigte Biot'sche Gesetz. Man darf jedoch bei ihrer Anwendung nicht vergessen, dass sie aus den obigen genauen Formeln vermöge einer Reihe von Approximationen hervorgegangen ist, welche nicht für alle Körper in gleichem Grade zulässig sind, und darf daher auch nicht erwarten, dass sie sich in allen Fällen den Beobachtungen ebenso genau anschliesse wie in obigem Beispiel.

Berichtigung.

In der Abhandlung „Theorie der Drehung der Polarisationsebene" ist zu lesen:

pag. 455 Z. 8 von unten, pag. 456 Z. 2 und Z. 8 von unten, pag. 457 Z. 11 und Z. 13 von unten: k statt K.

pag. 457 Z. 1 von unten, pag. 458 Z. 12 von unten, pag. 459 Z. 7 von unten, pag. 460 Z. 2 und Z. 5 von oben: q statt 9.

pag. 459 Z. 7 von unten: c statt C.

Herr von Jolly legt eine Abhandlung des Herrn H. Schröder vor:

„Untersuchungen über die Abhängigkeit der Molecularrefraction flüssiger Verbindungen von ihrer chemischen Zusammensetzung."

§ 1. Durch die verdienstvollen Beobachtungen und Untersuchungen namentlich von Gladstone und Dale, von Landolt und von Wüllner ist der Nachweis geführt, dass der um die Einheit verminderte Brechungsindex n einer flüssigen oder festen Verbindung, die nun sogenannte lichtbrechende Kraft, sich mit der Temperatur nahe in derselben Weise ändert, wie die Dichte, und dass somit der Quotient $\frac{n-1}{d}$, das sogenannte specifische Brechungsvermögen, ein mit der Temperatur unveränderlicher, von der chemischen Natur der Verbindung abhängiger, Werth ist. Es ist diess zwar nur angenähert richtig, und z. B. für das Wasser bestimmt nicht genau, bei welchem sich nach Jamin für $\frac{n-1}{d}$ steigende Werthe mit abnehmender Temperatur ergeben. Aber es ist für die meisten Körper dieser Quotient so nahe constant, dass durch seine Veränderlichkeit die von der chemischen Natur der Stoffe abhängigen

Einflüsse auf die specifische Brechungsvermögen nicht völlig entfernt werden können.

Auch die Dispersionsreihe, d. i. Farbenzerstreuungsreihe Reihe der Körper wird von der Dichtigkeit beeinflusst; es ist aber bis jetzt noch nicht gelungen, einen von der Temperatur unabhängigen Ausdruck für das Dispersionsvermögen zu finden.

Berthelot hat versucht, das specifische Brechungsvermögen auf chemisch vergleichbare Quantitäten, d. i. auf die Moleculargewichte, zu beziehen, und den Ausdruck $\frac{P(n^2-1)}{d}$, wo P das Moleculargewicht bezeichnet, daher vorgeschlagen. Nachdem erwiesen war, dass nicht $\frac{n^2-1}{d}$, wie man früher annahm, sondern $\frac{n-1}{d}$ sich als ein von der Temperatur nahe unabhängiger Werth darstellt, hat Landolt daher den Werth $\frac{P(n-1)}{d}$ zuerst in die Wissenschaft eingeführt. Er nannte diesen Werth das Refractionsaequivalent, und ich werde ihn nach Brühl's Vorgang, dessen Mittheilungen ich mich in Vorstehendem wesentlich angeschlossen habe, die Molecularrefraction nennen, und kurz mit Mr. bezeichnen.

Da das specifische Brechungsvermögen auf einen Lichtstrahl um so grösser ist, je kleiner die Wellenlänge des Lichtes ist, aber der Zuwachs, den der Brechungsexponent für abnehmende Werthe der Wellenlänge erfährt, oder die Dispersion, für verschiedene Stoffe verschieden, und z. B. für die aromatischen Substanzen ein sehr viel grösserer ist, als für die Stoffe der Fettreihe, so war man bemüht, einen von der Dispersion freien Brechungsindex dadurch zu erhalten, dass man den Brechungsindex für einen Strahl von unendlich grosser Wellenlänge suchte. Die einfachste Formel hiezu rührt von Cauchy her. Ge-

setzt man habe für drei Strahlen mit den Wellenlängen $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ die Brechungsexponenten $\mu\lambda_1$, $\mu\lambda_2$, $\mu\lambda_3$ beobachtet, z. B. für die rothe Wasserstofflinie, die gelbe Natriumlinie und die grüne Wasserstofflinie, so kann man nach Cauchy setzen:

$$1)\ \mu\lambda_1 = A + \frac{A}{\lambda_1^2} + \frac{C}{\lambda_1^4}; \quad 2)\ \mu\lambda_2 = A + \frac{B}{\lambda_2^2} + \frac{C}{\lambda_2^4};$$

$$3)\ \mu\lambda_3 = A + \frac{B}{\lambda_3^2} + \frac{C}{\lambda_3^4}.$$

Aus diesen Gleichungen kann man die Werthe A, B und C berechnen, und der Werth A stellt dann den gesuchten Index für einen Strahl von unendlicher Wellenlänge dar; und $P.\frac{A-1}{d}$ ist die Molecularrefraction für einen Strahl von unendlicher Wellenlänge. Bei schwächer brechenden Substanzen genügen schon zwei Glieder in der Cauchy'schen Formel.

Wie Brühl in seiner schönen Arbeit, Liebig's Annalen Bd. 200 S. 169 mittheilt, stellte sich nun heraus, „dass bei schwach brechenden Körpern dieselben Gesetzmässigkeiten, welche sich durch Anwendung der Formel $P\frac{A-1}{d}$ ergeben, auch noch in gleicher Weise erkennbar sind, wenn statt des Index A derjenige für den rothen Strahl $\mu\alpha$ des Wasserstoffs eingesetzt wird. Mit voller Klarheit treten diese Gesetzmässigkeiten jedoch erst bei Anwendung der Constanten A hervor."

Ich werde im Folgenden zunächst nur die Molecularrefraction für den Strahl A, und zunächst auch nur die von Brühl aus seinen und Landolt's Beobachtungen in Liebig's Annalen Bd. 203 in sechs Tafeln zusammengestellten Werthe, da sie untereinander völlig vergleichbar sind, be-

nutzen. Eine Beobachtung von Landolt bezeichne ich kurz durch Nebensetzung des Zeichens L.; eine solche von Brühl durch Nebensetzung des Zeichens Br.

Wenn es mir gelungen ist, sehr allgemeine und sehr werthvolle Gesetzmässigkeiten über den Zusammenhang der chemischen Natur der Körper und ihrer Molecularrefraction aufzufinden, so bleiben dieselben doch gewiss in erster Linie nur den eminenten Vorarbeiten Landolts, und seinen und Brühl's ausgezeichneten Beobachtungen zu verdanken.

§ 2. Das Verhalten isomerer organischer Verbindungen ist mehrfach geprüft, und von allen Beobachtern, insbesondere von Landolt die Ansicht ausgesprochen und begründet worden, dass das specifische Brechungsvermögen isomerer Körper ein nahe gleichartiges sei; Brühl hat dem Satze die Einschränkung hinzugefügt, insofern die Valenzen bei den isomeren Körpern in gleicher Weise in Anspruch genommen sind, nachdem schon Gladstone die Thatsache vieler Ausnahmen hervorgehoben hatte.

Ich führe die Molecularrefraction einer Reihe isomerer Substanzen hier an, hauptsächlich zu dem Zwecke, damit man daraus die Grenzen zu entnehmen Gelegenheit habe, innerhalb welcher die Molecularrefraction isomerer Körper nach der Beobachtung differirt, obwohl sie dennoch in gewissem Sinne für gleich zu halten sind, und bisher von fast allen Beobachtern für genügend gleich erachtet werden.

Säuren und Ester.

1.	Mr.	Propionsäure	$= C_3H_6O_2 =$	28,01 L.
	„	Aethylformiat	= . .	= 28,61 L.
	„	Methylacetat	= . .	= 28,78 L.
2.	Mr.	Buttersäure	$= C_4H_8O_2 =$	35,50 L.
	„	„	= . .	= 35,54 Br.
	„	Isobuttersäure	= . .	= 35,48 Br.
	„	Aethylacetat	= . .	= 35,46 L.

3.	Mr. **Isovaleriansäure**	$= C_5H_{10}O_2$	= 43,16	L.
	„ **Propylacetat**	= . .	= 43,11	Br.
	„ **Methylbutyrat**	= . .	= 43,11	L.
4.	Mr. **Capronsäure**	$= C_6H_{12}O_2$	= 50,56	L.
	„ **Aethylbutyrat**	= . .	= 50,33	L.
	„ **Methylisovalerianat**	= . .	= 50,67	L.
	„ **Isoamylformiat**	= . .	= 51,06	L.
5.	Mr. **Oenanthsäure**	$= C_7H_{14}O_2$	= 58,19	L.
	„ **Aethylisovalerianat**	= . .	= 58,03	L.
	„ **Isoamylacetat**	= . .	= 59,70	L.

Alkohole und Aether.

6.	Mr. **Butylalkohol**	$= C_4H_{10}O$	= 35,45	Br.
	„ **Isobutylalkohol**	= . .	= 35,41	L.
	„ **Trimethylcarbinol**	= . .	= 35,53	Br.
	„ **Aethylaether**	= . .	= 35,53	L.
7.	Mr. **Isoamylalkohol**	$= C_5H_{12}O$	= 43,02	L.
	„ „	= . .	= 43,06	Br.
	„ **Propylaethylaether**	= . .	= 42,86	Br.

Aldehyde und Ketone.

8.	Mr. **Propylaldehyd**	$= C_3H_6O$	= 25,42	Br.
	„ **Aceton**	= . .	= 25,55	L.

Die Molecularrefraction all dieser Isomerieen, welche sich nur durch verschiedene Atomgruppirung, nicht durch verschiedene Inanspruchnahme der Valenzen unterscheiden, muss für gleich gehalten werden, und wird allgemein für gleich erachtet. Wenn, wie es ohne Zweifel der Fall ist, und wie auch Janovsky (Wiener Akad. Ber. 81. 539—553) ganz richtig hervorhebt, in der Natur kleine Unterschiede begründet sind, so können sie wenigstens durch die bisherigen Beobachtungsmittel noch nicht hinreichend klar gestellt werden.

Etwas weniges mehr scheinen sich auf den ersten Blick die Molecularrefractionen isomerer Körper dann von einander zu unterscheiden, wenn in denselben verschiedene Valenzen in Anspruch genommen sind; z. B.

1.	Mr. **Allylalkohol**	$= C_3H_6O$	$= 27{,}09$	Br.
	„ **Propylaldehyd**	= . .	$= 25{,}42$	Br.
	„ **Aceton**	= . .	$= 25{,}55$	L.
2.	Mr. **Allylaethylaether**	$= C_5H_{10}O$	$= 42{,}20$	Br.
	„ **Valeral**	= . .	$= 40{,}66$	L.
3.	Mr. **Propargylalkohol**	$= C_3H_4O$	$= 24{,}01$	Br.
	„ **Acrolëin**	= . .	$= 25{,}31$	Br.

§ 3. Die Thatsache, dass isomere Körper nahe gleiche Molecularrefraction zeigen, legte Landolt den Versuch nahe, aus den Differenzen der Molecularrefractionen bei gegebenen Zusammensetzungsdifferenzen die Atomrefraction der Elemente selbst, des Kohlenstoffs, Wasserstoffs, Sauerstoffs u. s. w. zu ermitteln, und durch Summation der erhaltenen Atomrefractionen der Elemente die Molecularrefraction der Verbindungen zu berechnen. So ergab sich ihm Atomrefraction $C = 4{,}86$, $H = 1{,}29$, $O = 2{,}90$. Es ist recht auffallend, wie nahe die so berechneten Werthe mit den beobachteten in zahlreichen Verbindungsgruppen übereinstimmen. Schon Gladstone machte jedoch darauf aufmerksam, dass es Verbindungsklassen giebt, wozu namentlich alle aromatischen gehören, deren Molecularrefraction entschieden grösser ist, als die aus den Landolt'schen Atomrefractionen der Elemente berechnete.

Diesem Mangel hat nun Brühl in seinen schönen Untersuchungen namentlich dadurch abzuhelfen gesucht, dass er für den doppelt an ein Kohlenstoffatom gebundenen Sauerstoff, und ebenso für die Kohlenstoffatome,

wenn sie durch Doppelvalenzen, und in anderer Weise, wenn sie dreiwerthig untereinander verbunden sind, aus den Unterschieden der berechneten und der beobachteten Molecularrefraction eine vergrösserte Atomrefraction ermittelte. Mit den so abgeleiteten Werthen für die Atomrefraction bei mehrfacher Bindung, und den Landolt'schen Zahlen bei einfacher Bindung lässt sich dann natürlich rückwärts die beobachtete Molecularrefraction sehr genähert wieder berechnen. So bestimmte Brühl die Atomrefraction des einwerthig gebundenen Sauerstoffatoms = 2,71, die Atomrefraction des zweiwerthig gebundenen Sauerstoffatoms = 3,29, die Atomrefraction des zweiwerthig mit einem anderen verketteten Kohlenstoffatoms = 5,86.

Aber sowohl Landolt als Brühl gehen von der, Anfangs allerdings naheliegenden, aber sicher nicht haltbaren Annahme aus, dass die Differenz der Molecularrefractionen der Verbindungen für gleiche Zusammensetzungsdifferenz eine constante sei, und gelangen dadurch natürlich auch zu constanten, aber der Wirklichkeit nicht entsprechenden, Atomrefractionen der Elemente.

Dass jene Annahme unstatthaft ist, werde ich in den beiden nachfolgenden Paragraphen begründen.

§ 4. Vergleicht man die auf den Strahl von unendlicher Wellenlänge bezogene Molecularrefraction der in ihrer Zusammensetzungsdifferenz um CH_2 fortschreitenden Glieder von Reihen homologer Verbindungen, so ergiebt sich:

A. Für die normalen Säuren.

				Differenz:
1.	Mr. Ameisensäure	$= CH_2O_2$	= 13,61 L.	7,08.
	„ Essigsäure	$= C_2H_4O_2$	= 20,69 L.	7,32.
	„ Propionsäure	$= C_3H_6O_2$	= 28,01 L.	7,49.
	„ Buttersäure	$= C_4H_8O_2$	= 35,50 L.	

B. Für die Alkohole.

					Differenz
2.	Mr. Methylalkohol	$= CH_4O$	= 12,93 L.		7,38.
	„ Aethylalkohol	$= C_2H_6O$	= 20,31 L.		7,69.
	„ Propylalkohol	$= C_3H_8O$	= 28,00 Br.		7,45.
	„ Batylalkohol	$= C_6H_{10}O$	= 35,45 Br.		
3.	Mr. Allyldimethylcarbinol	$= C_6H_{12}O$	= 49,48 Kannonikow[1]		14,78.
	„ Allyldiaethycarbinol	$= C_8H_{16}O$	= 64,62	„	15,02.
	„ Allyldipropylcarbinol	$= C_{10}H_{20}O$	= 79,64	„	
4.	Mr. Diallylcarbinol	$= C_7H_{12}O$	= 56,60 Kannonikow		7,22
	„ Diallylmethylcarbinol	$= C_8H_{14}O$	= 63,82	„	14,92 = 2× 7,46.
	„ Diallylpropylcarbinol	$= C_{10}H_{18}O$	= 78,74	„	

C. Für die Aldehyde.

				Differenz
5.	Mr. Aethyaldehyd	$= C_2H_4O$	= 18,18 L.	7,24.
	„ Propylaldehyd	$= C_3H_6O$	= 25.42 Br	7,51.
	„ Butylaldehyd	$= C_4H_8O$	= 32,93 Br.	

D. Für die Ester.

				Differenz
6.	Mr. Essigsaures Methyl	$= C_3H_6O_2$	= 28,78 L.	6,68.
	„ „ Aethyl	$= C_4H_8O_2$	= 35,46 L.	7,65.
	„ „ Propyl	$= C_5H_{10}O_2$	= 43,11 Br	
7.	Mr. Ameisensaures Aethyl	$= C_3H_6O_2$	= 28,61 L.	6,85.
	„ Essigsaures „	$= C_4H_8O_2$	= 35,46 L.	14,86 = 2× 7,43.
	„ Buttersaures „	$= C_6H_{12}O_2$	= 50,32 L.	
8.	Mr. Aethylchlor-Acetat	$= C_4H_7ClO_2$	= 43,51 Br.	7,61.
	„ „ -Propionat	$= C_5H_9ClO_2$	= 51,12 Br.	7,98.
	„ „ -Butyrat	$= C_6H_{11}ClO_2$	= 59,10 Br.	

E. Für die Chloranhydride.

				Differenz
9.	Mr. Acethylchlorid	$= C_2H_3ClO$	= 26,82 Br.	7,30.
	„ Propionylchlorid	$= C_3H_5ClO$	= 34,12 Br.	7,30.
	„ Butyrylchlorid	$= C_4H_7ClO$	= 41,42 Br.	7,72
	„ Isovalerylchlorid	$= C_5H_9ClO$	= 49,14 Br.	

1) Berichte der Deutsch. Chem. Ges. 14. S. 1697.

Ausnahmslos ist in diesen neun bis jetzt vergleichbaren Gruppen ein Wachsen der Differenz mit dem Atomgewicht nachgewiesen; der Einfluss von CH_2 auf die Molecularrefraction ist also nicht ein constanter.

§ 5. Ganz zu dem gleichen Resultate führen die Differenzen, die der Zunahme um irgend eine andere Gruppe, oder um irgend ein Element in der Zusammensetzung entsprechen.

A. Vergleicht man die Zunahme der Molecularrefraction für einen Mehrgehalt an einem Sauerstoffatom, so ergiebt sich aus den Säuren und Aldehyden:

				Differenz:
1.	Mr. **Essigsäure**	$= C_2H_4O_2$	= 20,69 L.	2,51.
	„ **Aldehyd**	$= C_2H_4O$	= 18,18 L.	
2.	Mr. **Propionsäure**	$= C_3H_6O_2$	= 28,01 L.	2,59.
	„ **Propylaldehyl**	$= C_3H_6O$	= 25,42 Br.	
3.	Mr. **Buttersäure**	$= C_4H_8O_2$	= 35,54 Br.	2,61.
	„ **Butylaldehyd**	$= C_4H_8O$	= 32,93 Br.	

Auch hier wachsen die Differenzen mit wachsendem Atomgewicht.

B. Vergleicht man die Zunahme für einen Eintritt von Chlor an die Stelle von Wasserstoff, so ergiebt sich:

				Differenz:
1.	Mr. **Aethylchloracetat**	$= C_4H_7ClO_2$	= 43,51 Br.	8,05.
	„ **Aethylacetat**	$= C_4H_8O_2$	= 35,46 L.	
2.	Mr. **Aethylchlorbutyrat**	$= C_6H_{11}ClO_2$	= 59,10 Br.	8,78.
	„ **Aethylbutyrat**	$= C_6H_{12}O_2$	= 50,32 L.	

Die Zunahme ist um so grösser, je höher das Atomgewicht.

C. Vergleicht man den Eintritt von Phenyl statt Propyl, so hat man:

			Differenz:
1.	Mr. **Chlorbenzol**	$= C_6H_5Cl = 50{,}67$ Br.	17,31.
	„ **Propylchlorid**	$= C_3H_7Cl = 33{,}36$ Br.	
2.	Mr. **Brombenzol**	$= C_6H_5Br = 55{,}81$ Br.	17,61.
	„ **Propylbromid**	$= C_3H_7Br = 38{,}20$ Br.	

Die Differenz ist grösser bei den Verbindungen mit höherem Atomgewicht; hier bei den Bromiden, als bei den Chloriden.

D. Vergleicht man die Differenzen für einen wiederholten Eintritt von Chlor an die Stelle von Wasserstoff, so hat man:

			Differenz:
1.	Mr. **Aethylacetat**	$= C_4H_8O_2 = 35{,}46$ L.	8,05.
	„ **Chloressigester**	$= C_4H_7ClO_2 = 43{,}51$ Br.	8,68.
	„ **Dichloressigester**	$= C_4H_6Cl_2O_2 = 52{,}19$ Br.	8,38.
	„ **Trichloressigester**	$= C_4H_5Cl_3O_2 = 60{,}57$ Br.	

Die Zunahme beim zweiten und dritten Eintritt von Chlor für Wasserstoff ist grösser, als beim ersten.

Giebt man der Wahrheit die Ehre, so wird man Angesichts dieser zahlreichen stets übereinstimmenden Thatsachen anerkennen, dass der Einfluss der Elementaratome auf die Molecularrefraction der Verbindungen nicht ein constanter, sondern ein mit dem Atomgewicht wachsender ist. Es ist zugleich, und es wird sich das später noch deutlicher ergeben, in mehreren Fällen ein verzögertes Wachsen des Einflusses der Elemente mit dem Atomgewicht angedeutet.

Ich gebe der nachgewiesenen Thatsache den Ausdruck:

Das Refractionsmaass wächst in der Regel mit dem Atomgewicht.

§ 6. Die irrige Voraussetzung, dass die Einflüsse der Elementaratome constante seien, ist aufzugeben. Auch Janovsky ist l. c. schon ganz richtig zu dem Schluss gekommen, dass die Molecularrefraction der Elementaratome in ihren Verbindungen variabel und abhängig ist von der Qualität und Quantität der im Molecül vorhandenen Atome. Es giebt übrigens noch eine weitere Thatsache, welche bezeugt, dass mit den aus den Differenzen abgeleiteten und als constant angenommenen Mittelwerthen für den Atomeinfluss der Elemente das Richtige nicht getroffen ist. Wäre diess der Fall, so müssten die berechneten und die beobachteten Molecularrefractionen sich bald im Einen, bald im anderen Sinne von einander unterscheiden. Diess ist aber keineswegs der Fall. Die berechneten sind fast stets in ganzen Gruppen alle etwas zu gross, oder alle etwas zu klein.

So sind z. B. nach den von Brühl mitgetheilten Tabellen die berechneten Molecularrefractionen der Alkohole alle etwas zu klein; die der Säuren, mit Ausnahme der beiden Endglieder, alle etwas zu gross; die der Chloranhydride alle zu klein u. s. w. Es lässt sich davon der Grund an späterer Stelle sehr gut einsehen.

Es ist nun merkwürdig, zu welchen völlig anderen Einflüssen der Elemantaratome man geführt wird, wenn man der Thatsache, dass sie veränderliche, und mit dem Atomgewicht zunehmende sind, gebührende Rechnung trägt.

Die wirklichen Einflüsse der Elementaratome, und zwar zunächst des Kohlenstoffs, Wasserstoffs und Sauerstoffs auf die Molecularrefraction zu ermitteln, wird nun die Aufgabe der nachfolgenden Untersuchungen sein.

I. Gesättigte Verbindungen.

§ 7. Zunächst ist anzuerkennen, dass CO den nämlichen Einfluss auf die Molecularrefration einer Verbindung hat, wie CH_2. Aus der Zusammenstellung der Säuren und Alkohole ergiebt sich:

				Differenz:
1.	Mr. **Ameisensäure**	$= CH_2O_2$	= 13,60 L.	0,68.
	„ **Methylalkohol**	$= CH_4O$	= 12.93 L.	
2.	Mr. **Essigsäure**	$= C_2H_4O_2$	= 20,69 L.	0,38.
	„ **Aethylalkohol**	$= C_2H_6O$	= 20,31 L.	
3.	Mr. **Propionsäure**	$= C_3H_6O_2$	= 28,01 L.	0,01.
	„ **Propylalkohol**	$= C_3H_8O$	= 28,00 Br.	
4.	Mr. **Buttersäure**	$= C_4H_8O_2$	= 35,50 L.	0,05.
	„ **Butylalkohol**	$= C_4H_{10}O$	= 35,45 Br.	
5.	Mr. **Isobuttersäure**	$= C_4H_8O_2$	= 35,48 Br.	0,07.
	„ **Isobutylalkohol**	$= C_4H_{10}O_2$	= 35,41 L.	
6.	Mr. **Isovaleriansäure**	$= C_5H_{12}O_2$	= 43,16 L.	0,10.
	„ **Isoamylalkohol**	$= C_5H_{12}O$	= 43,06 Br.	

Die Werthe der Paare 3, 4 und 5 sind nahe völlig gleich. Das Refractionsmaass der Alkohole ist von Anfang etwas kleiner, als das der Säuren, wächst aber rascher, und ist dem der Säuren von der Propionsäure und dem Propylalkohol ab fast völlig gleich.

Es reihen sich noch an mit analoger Beziehung, indem CO an der Stelle von CH_2, oder O in der einen Verbindung an der Stelle von H_2 der anderen steht, die Paare:

				Differenz:
7.	Mr. **Propylacetat**	$= C_5H_{10}O_2$	= 43,11 Br.	0,25.
	„ **Propylaethylaether**	$= C_5H_{12}O$	= 42,86 Br.	

				Differenz:
8.	Mr. **Allylacetat**	$= C_5H_8O_2$	= 42,21 Br.	0,01.
	„ **Allylaethylaether**	$= C_5H_{10}O$	= 42,20 Br.	
9.	Mr. **Propargylacetat**	$= C_5H_6O_2$	= 39,71 Br.	0,21.
	„ **Propargylaethylaether**	$= C_5H_8O$	= 39,50 Br.	
10.	Mr. **Propionylchlorid**	$= C_3H_5ClO$	= 34,12 Br.	0,76.
	„ **Propylchlorid**	$= C_3H_7Cl$	= 33,36 Br.	
11.	Mr. **Buttermandelöl**	$= C_7H_6O$	= 51,65 L.	1,59.
	„ **Toluol**	$= C_7H_8$	= 50,06 Br.	
12.	Mr. **Salicylige Säure**	$= C_7H_6O_2$	= 54,53 L.	1,37.
	„ **Benzylalkohol**	$= C_7H_8O$	= 53,16 Br.	

Die Differenzen sind hier nicht grösser als zwischen isomeren Verbindungen, welche dennoch Jedermann mit Recht in einem bestimmten Sinn für gleich zu schätzende erachtet; z. B.:

				Differenz:
1.	Mr. **Propionsäure**	$= C_3H_6O_2$	= 28,01 L.	0,77.
	„ **Methylacetat**	= . . .	= 28,78 L.	
2.	Mr. **Oenanthsäure**	$= C_7H_{14}O_2$	= 58,19 L.	1,50.
	„ **Isoamylacetat**	= . . .	= 59,70 L.	
3.	Mr. **Aethylbutyrat**	$= C_6H_{12}O_2$	= 50,33 L.	0,73.
	„ **Isoamylformiat**	= . . .	= 51,06 L.	

Ist man berechtigt, die letzten 3 Paare in gewissem Sinne für gleich zu halten, so ist man ebenso berechtigt, die vorausgehenden 12 Paare in dem nämlichen Sinne für gleich zu halten; und es muss dabei nur anerkannt werden, dass das Refractionsmaass um ein Geringes erhöht wird, wenn O an die Stelle von H_2 tritt. Es rührt diess möglicherweise nur daher, weil der Siedepunct dabei erhöht wird, und die Annahme der Constanz des Werthes

$\frac{P(A-1)}{d}$ für alle Temperaturen nur eine Näherung an die Wahrheit ist.

Um nicht missverstanden zu werden, muss ich noch ferner ausdrücklich bemerken: Wenn ich sage, dass CO den nämlichen Einfluss auf die Molecularrefraction einer Verbindung hat, wie CH_2, so meine ich nicht, dass CO in der Säure den nämlichen Einfluss übt, wie CH_2 im Alkohol; nur bei Propionsäure und Propylalkohol, bei Buttersäure und Butylalkohol, von welchen Paaren jedem sehr nahe gleiches Refractionsmaas zukömmt, wäre diess genügend gerechtfertigt; in allen übrigen Paaren übt CO in der Säure einen, wenn auch nur um sehr wenig, doch etwas grösseren Einfluss aus, als CH_2 im Alkohol, weil den Säuren ein etwas grösseres Refractionsmaass eigen ist. Es sollte also mit obigem Ausdruck nur gesagt sein, dass in ein und derselben Verbindung die Einflüsse von CO und CH_2 völlig gleiche sind, da sie selbst in verschiedenen Verbindungen, von gleichfalls verschiedenem Refractionsmaass, doch so sehr nahe übereinstimmen.

Dass diese Auffassung die allein Richtige ist, wird sich weiterhin mit völliger Sicherheit ergeben.

§ 8. Der Einfluss von O_2, d. h. der zwei Atome Sauerstoff des Carboxyls = CO_2H einer Säure auf ihre Molecularrefraction ist ganz der nämliche, wie der Einfluss von CH_2.

Um diess nachzuweisen, stelle ich nochmals die Säuren zusammen:

				Differenz:	
1. Mr.	Ameisensäure	$= CH_2O_2$	$= 13{,}61$ L.	7,08	0,24.
2. „	Essigsäure	$= C_2H_4O_2$	$= 20{,}69$ L.	7,32	0,17.
3. „	Propionsäure	$= C_3H_6O_2$	$= 28{,}01$ L.	7,49	
4. „	Buttersäure	$= C_4H_8O_2$	$= 35{,}50$ L.		

Das Wachsen des Refractionsmaasses tritt sehr regelmässig hervor. Ist diess anerkannt, so muss aber auch anerkannt werden, dass die der Zusammensetzungsdifferenz um CH_2 entsprechende Differenz der Molecularrefraction $2 - 1 = 7{,}08$ zu gross ist; sie muss nothwendig grösser sein, als dem wirklichen Einfluss von CH_2 entspricht.

Angenommen, sie sei um ebensoviel zu gross, um wie viel die Differenz $3 - 2 > 2 - 1$, d. h. um 0,24 zu gross, so würde der wirkliche Einfluss von CH_2 nur sein $7{,}08 - 0{,}24 = 6{,}84$; und dieser Werth wird jedenfalls dem wahren Einfluss von CH_2 viel näher liegen. Nun ist aber in der That

Mr. Ameisensäure $= 13{,}61 = 2 \times 6{,}81$.
Mr. Essigsäure $= 20{,}69 = 3 \times 6{,}90$.

Das Mittel der beiden Werthe 6,81 und 6,90 ist 6,85 und stimmt mit dem oben berechneten Werthe 6,84 nahe genau überein.

Es enthält also die Ameisensäure zweimal, die Essigsäure dreimal den Einfluss von CH_2 auf die Molecularrefraction.

Die Differenz des Refractionsmaasses von CH_2 in der Essigsäure und Ameisensäure ist $= 6{,}90 - 6{,}81 = 0{,}09$. Nehmen wir an, der Einfluss wachse ebenso von der Essigsäure zur Propionsäure, wie von der Ameisensäure zur Essigsäure, so werden wir dem wahren Einfluss von CH_2 in der Propionsäure sehr nahe kommen; dieser ergiebt sich aber dann $= 6{,}90 + 0{,}09 = 6{,}99$. Nun ist aber

Mr. Propionsäure $= 28{,}01 = 4 \times 7{,}00$.

Die Propionsäure hat daher eine Molecularrefraction, welche genau der 4fache Werth des Einflusses von CH_2 ist.

Von der Essigsäure zur Propionsäure wächst hiernach dieser Einfluss um $7{,}00 - 6{,}90 = 0{,}10$. Für die

Buttersäure wird sich der wahre Einfluss von CH_2 daher mit Wahrscheinlichkeit = 7,10 ergeben. In der That ist

$$\text{Mr. Buttersäure} = 35{,}50 = 5 \times 7{,}10.$$

Die Molecularrefraction der Buttersäure enthält daher genau 5mal den Einfluss von CH_2.

Es ist aus alledem mit voller Sicherheit zu entnehmen, dass in der That der Einfluss von O_2 der Säure der nämliche ist, wie der Einfluss von CH_2.

Stellt man die Säuren hiernach zusammen, mit Angabe, wie oft sie diesen Betrag von Mr. CH_2 = Mr. O_2 enthalten, so ergiebt sich:

Mr.	Ameisensäure	$= CH_2O_2$	= 13,61 L.	$= 2 \times 6{,}80$.
„	Essigsäure	$= C_2H_4O_2$	= 20,69 L.	$= 3 \times 6{,}90$.
„	Propionsäure	$= C_3H_6O_2$	= 28,01 L.	$= 4 \times 7{,}00$.
„	Buttersäure	$= C_4H_8O_2$	= 35,50 L.	$= 5 \times 7{,}10$.
„	Isovaleriansäure	$= C_5H_{10}O_2$	= 43,16 L.	$= 6 \times 7{,}19$.
„	Capronsäure	$= C_6H_{12}O_2$	= 50,56 L	$= 7 \times 7{,}22$.
„	Oenanthsäure	$= C_7H_{14}O_2$	= 58,19 L.	$= 8 \times 7{,}27$.

Schon das überaus regelmässige Fortschreiten des Refractionsmaasses deutet an, dass hier das Richtige getroffen sein muss.

Nicht ohne Bewunderung der grossen Genauigkeit der Landoltschen Beobachtungen kann man eine solche Gruppe betrachten.

Wenn nun aus dem Bisherigen die wichtige Thatsache hervorgegangen ist, dass das O_2 des Carboxyls der Säuren den nämlichen Einfluss auf die Molecularrefraction ausübt, wie das Methylen = CH_2, so legt es sich nahe, diese Erfahrung zu verallgemeinern in dem Satze:

Die Einflüsse der Componenten und beziehungsweise der Elementaratome einer Verbindung auf ihre Molecularrefraction stehen in einfachen Verhältnissen, d. h. im Verhältniss einfacher ganzer Zahlen.

Es wird sich diess im Folgenden ganz allgemein bewähren.

§ 9. Schon aus der Thatsache, dass die Säuren und Alkohole sehr nahe gleiche Molecularrefraction haben, geht hervor, dass auch OH_2 der Alkohole mit CH_2 derselben gleichen Einfluss übt, denn man kann die Säuren und Alkohole auch vergleichen wie folgt:

$$1.\ \begin{cases} \text{Mr. Propionsäure} = C_3H_6 \cdot O_2 = 28{,}01\ \text{L.} \\ \text{„ Propylalkohol} = C_3H_6 \cdot OH_2 = 28{,}00\ \text{Br.} \end{cases}$$

$$2.\ \begin{cases} \text{Mr. Buttersäure} = C_4H_8 \cdot O_2 = 35{,}50\ \text{L.} \\ \text{„ Butylalkohol} = C_4H_8 \cdot OH_2 = 35{,}45\ \text{Br.} \end{cases}$$

Stellt man nun die Alkohole zusammen, so hat man ebenso wie bei den Säuren die Thatsache, dass das Refractionsmaass der Componenten und der Elementaratome mit dem Atomgewicht wächst.

			Differenz:	
1. Mr. Methylalkohol	$= CH_2 \cdot OH_2$	$= 12{,}93$ L.	7,38	0,31
2. „ Aethylalkohol	$= C_2H_4 \cdot OH_2$	$= 20{,}31$ L.	7,69	
3. „ Propylalkohol	$= C_3H_6 \cdot OH_2$	$= 28{,}00$ Br.		
4. „ Butylalkohol	$= C_4H_8 \cdot OH_2$	$= 35{,}45$ Br.		

Da im Propylalkohol, wie in der Propionsäure dem CH_2 die Mr. = 7,00 angehört, so muss dieser Einfluss im Aethylalkohol um etwa 0,3 kleiner sein; der Einfluss 7,00 — 0,3 = 6,7 wird also dem wahren Einfluss im Aethylalkohol wenigstens nahe liegen.

In der That aber ist

$$\text{Mr. Aethylalkohol} = C_2H_4 \cdot OH_2 = 20{,}31\ \text{L.} = 3 \times 6{,}77.$$

Es kommt also dem OH_2 des Alkohols wirklich der nämliche Einfluss zu, wie dem CH_2. Fährt man so fort, so ergiebt sich:

				Differenz:
1. Mr. **Methylalkohol**	$= CH_2 . OH_2$	$= 12{,}93$ L.	$= 2 \times 6{,}47$	0,30.
2. „ **Aethylalkohol**	$= C_2H_4 . OH_2$	$= 20{,}31$ L.	$= 3 \times 6{,}77$	0,23.
3. „ **Propylalkohol**	$= C_3H_6 . OH_2$	$= 28{,}00$ Br.	$= 4 \times 7{,}00$	0,09.
4. „ **Butylalkohol**	$= C_4H_8 . OH_2$	$= 35{,}45$ Br.	$= 5 \times 7{,}09$	0,09.
5. „ **Isoamylalkohol**	$= C_5H_{10} . OH_2$	$= 43{,}06$ Br.	$= 6 \times 7{,}18$	

Das Maass der Einflüsse der Componenten ändert sich hier von 1 zu 3 sehr rasch; von 3 bis 5 nähert sich das Wachsen des Maasses demjenigen bei den Säuren.

Es ist hiernach erwiesen, dass den Gruppen CH_2, OH_2 und O_2 des Carboxyls einer Verbindung völlig gleiche Einflüsse auf die Molecularrefraction derselben zukommen.

§ 10. Der Einfluss des Sauerstoffatoms im Hydroxyl = OH einer Verbindung ist der dritte Theil des Einflusses von Mr. CH_2 = Mr. OH_2 = Mr. O_2 des Carboxyls.

Es ergiebt sich diess sehr nahe aus dem Vergleich der Säuren mit den Aldehyden.

				Differenz:
Aus den Säuren: **Essigsäure**	$= C_2H_4O_2$	$= 20{,}69$ L.		7,32
Propionsäure	$= C_3H_6O_2$	$= 28{,}01$ L.		7,49
Buttersäure	$= C_4H_8O_2$	$= 35{,}50$ L.		7,66
Isovaleriansäure	$= C_5H_{10}O_2$	$= 43{,}16$ L.		

ergiebt sich im Mittel die Differenz für $CH_2 = 7{,}49 = 3 \times 2{,}50$.

Sehr nahe = 2,50 ist nun die Differenz, welche sich aus den Säuren und Aldehyden für O in OH ergiebt. Man hat:

1. Mr. **Essigsäure** $= C_2H_4O_2 = 20{,}69$ L. $= CH_3 . CO . OH$
   „ **Aldehyd** $= C_2H_4O = 18{,}18$ L. $= CH_3 . CO . H$.
   △ für O in OH = 2,51.

2. Mr. **Propionsäure** $= C_2H_5 . CO . OH = 28{,}01$ L.
   „ **Propylaldehyd** $= C_2H_5 . CO . H = 25{,}42$ Br.
   △ für O in OH = 2,59.

3.	Mr. **Buttersäure**	$= C_3H_7 . CO . OH$	$= 35{,}50$ L.
	„ **Butylaldehyd**	$= C_3H_7 , CO . H$	$= 32{,}91$ Br.
		△ für O in OH	$= 2{,}59$.
4.	Mr. **Isovaleriansäure**	$= C_4H_9 . CO . OH$	$= 43{,}16$ L.
	„ **Valeral**	$= C_4H_9 . CO . H$	$= 40{,}66$ L.
		△ für O in OH	$= 2{,}50$.

§ 11. Viel genauer ergiebt sich die gleiche Thatsache aus dem Vergleich der Alkohole und Aldehyde, weil diese nahe gleiches Refractionsmaass haben, wenn man anerkennt, dass die Einflüsse von CH_2 und CO in einer Verbindung einander nach § 7 gleich sind. Man hat:

				Differenz für O in OH:
1.	Mr. **Aethylalkohol**	$= CH_3 . CH_2 . OH$	$= 20{,}31$ L.	2,13.
	„ **Aethylaldehyd**	$= CH_3 . CO . H$	$= 18{,}18$ L.	
2	Mr. **Propylalkohol**	$= C_2H_5 . CH_2 . OH$	$= 29{,}00$ Br.	i. M. = 27,92
	„ **Isopropylalkohol**	=	$= 27{,}99$ Br.	
	„		$= 27{,}77$ L.	
	Mr. **Propylaldehyd**	$= C_2H_5 . CO . H$	$= 25{,}49$ Br.	i. M. = 25,52
	„ **Aceton**	$= C_2H_6 . CO$	$= 25{,}55$ L.	
				2,40.
3.	Mr. **Butylalkohol**	$= C_3H_7 . CH_2 . OH$	$= 35{,}45$ Br.	i. M. = 35,43
	„ **Isobutylalkohol**	=	$= 35{,}41$ L.	
	Mr. **Butylaldehyd**	$= C_3H_7 . CO . H$	$= 32{,}95$ Br.	i. M. = 32,91
	„ **Isobutylaldehyd**	=	$= 32{,}89$ Br.	
				2,52.
4.	Mr. **Isoamylalkohol**	$= C_4H_9 . CH_2 . OH$	$= 43{,}02$ L.	2,36.
	„ **Isoamylaldehyd**	$= C_4H_9 . CO . H$	$= 40{,}66$ L.	
5.	Mr. **Methylhexylcarbinol**	$= C_7H_{15} . CH_2 . OH$	$= 65{,}57$ Br.	2,28.
	„ **Methylhexylketon**	$= C_7H_{15} . CO . H$	$= 63{,}29$ Br.	

Hier ist im Mittel die für O in OH sich ergebende Differenz = 2,34.

Aus diesen Alkoholen unmittelbar geht aber für Mr. $CH_2 = OH_2$ hervor:

Aethylalkohol	$= C_2H_6O$	$= 20{,}31$ L.	$= 3 \times 6{,}77$
Propylalkohole	$= C_3H_8O$	$= 27{,}92$ i. M.	$= 4 \times 6{,}98$
Butylalkohole	$= C_4H_{10}O$	$= 35{,}43$ i. M.	$= 5 \times 7{,}09$
Isoamylalkohol	$= C_5H_{12}O$	$= 43{,}06$ L.	$= 6 \times 7{,}18$
Methylhexylcarbinol	$= C_8H_{18}O$	$= 65{,}57$ Br.	$= 9 \times 7{,}30.$

Im Mittel ist hier Mr. $CH_2 = OH_2 = \frac{35{,}32}{5} = 7{,}06$; und davon ist der dritte Theil $= 2{,}35$; für O in OH war im Mittel gefunden 2,34; also der nämliche Werth.

Es ergiebt sich also in der That für O in OH ein Einfluss auf die Molecularrefraction, welcher der dritte Theil des Einflusses von $CH_2 = OH_2 = O_2$ des Carboxyls ist.

§ 12. Nun ist z. B. für Propionsäure und Propylalkohol, welche gleiches Refractionsmaass haben (§ 7).

$$\text{Mr. } CH_2 = \text{Mr. } CO = \text{Mr. } OH_2 = 7{,}00 = 3 \times 2{,}33$$
$$\text{Mr. O in OH} = \frac{1}{3}\text{ Mr. } CH_2 \text{ (§ 11)} \qquad = 1 \times 2{,}33$$
$$\text{also Mr. } H_2 = 2 \times 2{,}33$$
$$\text{und Atomrefraction H} = 1 \times 2{,}33.$$

$$\text{Ebenso ist Mr. } CO = \text{Mr. } CH_2 = 7{,}00 = 3 \times 2{,}33$$
$$\text{aber Atomrefraction O in CO} = \text{Mr. } H_2 \text{ in } CH_2 = 2 \times 2{,}33$$
$$\text{also Atomrefraction C} = 1 \times 2{,}33.$$

Es haben also C, H und O in OH gleiche Atomrefraction $= 2{,}33$ im Propylalkohol und der Propionsäure; in CO aber hat O die doppelte $= 2 \times 2{,}33$.

Dieses gemeinschaftliche Maass, mit welchem die Refractionen der Elementaratome, hier im Propylalkohol und der Propionsäure, gemessen, als vielfache Werthe mit einfachen ganzen Zahlen erscheinen, will ich eine Refractionsstere, und hier kurz Stere nennen. Für den Propylalkohol und die Propionsäure ist also die Stere $= 2{,}33$.

Für die Buttersäure würde sich ebenso ergeben:

$$\text{Mr. } CH_2 = \text{Mr. } CO = 7{,}10 = 3 \times 2{,}37.$$
$$\text{Atr. } C = \text{Atr. } H = \text{Atr. } O \text{ in } OH = 1 \times 2{,}37.$$
$$\text{Also Atr. } O \text{ in } CO = 2 \times 2{,}37.$$

Die Stere der Buttersäure wäre = 2,37 u. s. f.

Nun kann man also sagen: dem Atome Kohlenstoff, dem Atome Wasserstoff und dem Atome des einwerthig gebundenen Sauerstoffs in OH kommt Eine Refractionsstere, dem zweiwerthig an C gebundenen O in CO aber kommen zwei Refractionssteren zu. Die einfachen Verhältnisse der Atomrefractionen der Elemente Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff liegen klar zu Tage.

§ 13. Drückt man nun die Molecularrefraction der Alkohole, Säuren, Aldehyde, Ketone und Ester nach den ermittelten Thatsachen in Steren aus, und schreibt die Anzahl Refractionssteren rechts oben neben das Zeichen eines Elementes, während die Zahl rechts unten die Anzahl der Atome bezeichnet, so erhält man die Formeln der Refractionsconstitution und die Steren wie folgt.

Zur Erläuterung schicke ich nur voran: Wenn z. B. geschrieben ist:

$$\text{Mr. Propionsäure} = C_3{}^3H_6{}^6O_2{}^3 = 28{,}01 \text{ L.} = 12 \times 2{,}33,$$

so heisst das: In der Propionsäure trägt jedes Atom Kohlenstoff und Wasserstoff Eine Stere, d. i. 2,33 Einheiten zur Molecularrefraction bei, O_2 aber drei Steren; nämlich O in OH der Säure Eine, O in CO der Säure zwei Steren. Die Molecularrefraction der Propionsäure setzt sich also aus 12 gleichwerthigen Einflüssen oder Steren zusammen; deren Grösse sich nach Landolts Beobachtung zu 2,33 ergiebt.

Für die Säuren hat man hiernach:

1.	Mr.	Ameisensäure	$= C_1^1H_2^2O_2^3$	= 13,61 L.	= 6 × 2,27.
2.	„	Essigsäure	$= C_2^2H_4^4O_2^3$	= 20,69 L.	= 9 × 2,30.
3.	„	Propionsäure	$= C_3^3H_6^6O_2^3$	= 28,01 L.	= 12 × 2,33.
4.	„	Isobuttersäure	$= C_4^4H_8^8O_2^3$	= 35,48 Br.	= 15 × 2,37.
	„	Buttersäure	=	= 35,54 Br.	= 15 × 2,37.
	„	„	=	= 35,50 L.	= 15 × 2,37.
5.	„	Isovaleriansäure	$= C_5^5H_{10}^{10}O_2^3$	= 43,16 L.	= 18 × 2,40.
6.	„	Isocapronsäure	$= C_6^6H_{12}^{12}O_2^3$	= 50,56 L.	= 21 × 2,41.
7.	„	Oenanthsäure	$= C_7^7H_{14}^{14}O_2^3$	= 58,19 L.	= 24 × 2,42.

Das Wachsen der Stere ist ein Anfangs rasches, später langsames, aber so überaus regelmässig, dass schon diese Regelmässigkeit dafür Bürgschaft leistet, dass hier die richtige Auffassung gegeben ist.

Die Einfachheit dieser Formeln bietet hier und bei allen folgenden Gruppen zugleich ein schönes Bild von der Einfachheit der Naturgesetze, welche der Mannigfaltigkeit der Erscheinungen zu Grunde liegen.

§ 14. Stellen wir ebenso die mit den Säuren durch Isomerie und nahe gleiche Molecularrefraction vereinigten Ester zusammen, so erhalten wir:

1.	Mr.	Methylacetat	$= C_3^3H_6^6O_2^3$	= 28,78 L.	i. M. = 28,70 = 12×2,39.
	„	Aethylformiat	=	= 28,61 L.	
2.	„	Aethylacetat	$= C_4^4H_8^8O_2^3$	= 35,46 L.	= 15 × 2,36.
3.	„	Methylbutyrat	$= C_5^5H_{10}^{10}O_2^3$	= 43,11 L.	i. M. = 43,11 = 18 × 2,40.
	„	Propylacetat	=	= 43,11 Br.	
4.	„	Methylisovalerianat	$= C_6^6H_{12}^{12}O_2^3$	= 50,67 L.	i. M. = 50,68 = 21 × 2,41.
	„	Aethylbutyrat	=	= 50,32 L.	
	„	Isoamylformiat	=	= 51,06 L.	
5.	„	Aethylisovalerianat	$= C_7^7H_{14}^{14}O_2^3$	= 58,03 L.	i. M. = 58,86 = 24 × 2,45.
	„	Isoamylacetat	=	= 59,70 L.	
6.	„	Isoamylisovalerianat	$= C_{10}^{10}H_{20}^{20}O_2^3$	= 80,48 L.	= 33 × 2,44.

Obwohl die Ester schwieriger rein zu gewinnen, und daher ihre beobachteten Molecularrefractionen minder genau zu erhalten sind, ist doch auch hier das langsame Wachsen der Stere mit dem Atomgewicht ganz unzweifelhaft ausgesprochen. Die Steren stimmen viel besser überein, als die Differenzen, auf welche sich alle Fehler concentriren.

Die vorliegenden Beziehungen sind zugleich eine sehr werthvolle Bestätigung dafür, dass CH_2 und O_2 der Ester gleiche Einflüsse auf die Molecularrefraction haben.

§ 15. Für die Alkohole ergiebt sich:

1.	Mr.	**Methylalkohol**	$= C_1^1H_4^4O_1^1$	$= 12{,}93$ L	$= 6 \times 2{,}16.$
2.	„	**Aethylalkohol**	$= C_2^2H_6^6O_1^1$	$= 20{,}31$ L.	$= 9 \times 2{,}26.$
3.	„	**Propylalkohol**	$= C_3^3H_8^8O_1^1$	$= 28{,}00$ Br.	i. M. $= 27{,}92$ $= 12 \times 2{,}33.$
	„	**Isopropylalkohol**	$= \ldots\ldots$	$= 27{,}77$ L.	
	„	„	$= \ldots\ldots$	$= 27{,}99$ Br.	
4.	„	**Butylalkohol**	$= C_4^4H_{10}^{10}O_1^1$	$= 35{,}45$ Br.	i. M. $= 35{,}46$ $= 15 \times 2{,}36.$
	„	**Isobutylalkohol**	$= \ldots\ldots$	$= 35{,}41$ L.	
	„	**Trimethylcarbinol**	$= \ldots\ldots$	$= 35{,}53$ Br.	
5.	„	**Isoamylalkoho**	$= C_5^5H_{12}^{12}O_1^1$	$= 43{,}06$ Br.	i. M. $= 43{,}04$ $= 18 \times 2{,}39.$
	„	„	$= \ldots\ldots$	$= 43{,}02$ L.	
6.	„	**Methylhexylcarbinol**	$= C_8^8H_{18}^{18}O_1^1$	$= 65{,}57$ Br.	$= 27 \times 2{,}43.$

Auch hier nehmen die Steren überaus regelmässig mit dem Atomgewicht zu Die Refractionsconstitution der Alkohole ist die einfachste, welche sich denken lässt. Jedes Elementaratom hat den Einfluss Einer Stere auf die Molecularrefraction.

§ 16. Für die Aldehyde und Ketone ergiebt sich die Refractionsconstitution:

1.	Mr.	**Aethylaldehyd**	$= C_2^2H_4^4O_1^2$	$= 18{,}18$ L.	$= 8 \times 2{,}27.$
2.	„	**Propylaldehyd**	$= C_3^3H_6^6O_1^2$	$= 25{,}42$ Br.	i. M. $= 25{,}48$ $= 11 \times 2{,}32.$
	„	**Aceton**	$= \ldots\ldots$	$= 25{,}55$ L	

3.	Mr. **Butylaldehyd**	$= C_4^4H_8^8O_1^2$	= 32,93 Br.	i. M. = 32,91	
	„ **Isobutylaldehyd**	=	= 32,89 Br.	= 14 × 2,35.	
4.	„ **Isovaleraldehyd**	$= C_5^5H_{10}^{10}O_1^2$	= 40,66 L.	= 17 × 2,39.	
5.	„ **Oenanthol**	$= C_7^7H_{14}^{14}O_1^2$	= 55,59 Br.	= 23 × 2,42.	
6.	„ **Methylhexylketon**	$= C_8^8H_{16}^{16}O_1^2$	= 63,29 Br.	= 26 × 2,43.	

Auch hier ist die allmähliche Zunahme des Refractionsmaasses oder der Stere eine äusserst regelmässige. Die Steren sind sehr nahe denen der entsprechenden Alkohole gleich.

§ 17. Die vorgelegten Gruppen zeigen eine überaus einfache schöne Gesetzmässigkeit. Dem unbefangenen Forscher ist dieselbe eine Bürgschaft dafür, dass die gegebene Theorie den wirklichen natürlichen Beziehungen entspricht.

Es ist sehr merkwürdig, dass die Formeln der Refractionsconstitution bis dahin ganz und gar übereinstimmen mit den Formeln, welche, wie ich ausführlich begründet habe, der Volumconstitution der nämlichen Körper Ausdruck geben. In jeder der bisher behandelten Verbindungen tragen die Elementaratome ebenso viele Steren zur Raumerfüllung bei als zur Molecularrefraction.

Es entsprechen die Beobachtungen der Molecularrefraction den theoretischen, durch die Formeln ausgedrückten Werthen jedoch noch genauer, als die beobachteten Volume bei den respectiven Kochpunkten, weil die Molecularrefraction, von der Temperatur nahe unabhängig, angenommen werden kann als gemessen bei den correspondirenden Temperaturen, obwohl in Wirklichkeit bei 20° beobachtet. Sie lässt sich aber bei 20° genauer beobachten, als die Volume beim Kochpunkt; und es liegt hierin die Ursache, wesshalb die Beobachtung der Molecularrefraction in Zukunft als eines der aller werth-

vollsten Hülfsmittel zur Charakteristik der chemischen Natur der Körper zu betrachten sein wird.

Der Parallelismus, welcher sich für die bis jetzt behandelten gesättigten Verbindungen zwischen der Refractionsconstitution und der Volumconstitution ergeben hat, erstreckt sich jedoch, wie sich ergeben wird, nicht auf die ungesättigten Verbindungen. Bei diesen ändert sich die Refractionsconstitution in anderer Weise, als die Volumconstitution.

§ 18. Bisher hat man nur versucht, aus den Differenzen empirische Werthe für die Molecularrefraction der Elementaratome abzuleiten, aus deren Summation sich die Molecularrefraction der Verbindungen berechnen lässt. Man ist dadurch für die einzelnen Elementaratome zu ganz irrigen Bestimmungen gelangt, deren Unrichtigkeit nur dadurch verhüllt wird, dass die Fehler in der Bestimmung des Einflusses des Einen Elementaratoms durch die Fehler in der Bestimmung des Einflusses der anderen Elementaratome bei der Summation mehr oder weniger ausgeglichen werden. Dass diess nicht streng gelingen kann, habe ich schon im § 6 hervorgehoben. Mit jeder neu untersuchten Gruppe wird man wieder neue Mittelzahlen suchen müssen, und irgend ein Zusammenhang dieser Zahlen ergiebt sich nicht. Ueberdiess trägt man dem Wachsen des Refractionsmaasses mit dem Atomgewicht keine Rechnung.

Wie überaus schön und einfach erscheint dagegen die wirkliche Refractionsconstitution. Die einwerthig verketteten Elemantaratome des Kohlenstoffs, des Wasserstoffs und des Sauerstoffs haben Eine Refractionsstere; das zweiwerthig verkettete Sauerstoffatom hat zwei Refractionssteren. Die Stere selbst ist in allen Gruppen = 2,3 bis 2,4; nimmt mit dem Atomgewicht regelmässig zu, und ist nur für die

4 Anfangsglieder Ameisensäure, Methyl- und Aethylalkohol und Aethylaldehyd um wenig kleiner als 2,3, und nur für die zwei höchsten Säuren, die drei höchsten Ester, den höchsten Alkohol und die zwei höchsten Aldehyde, welche beobachtet sind, sehr wenig grösser als 2,4.

Wie viel natürlicher muss es auch von vornherein erscheinen, dass die verbundenen Elemente sich in ihren Wirkungen auf das Licht gegenseitig abgleichen und accommodiren, als an der unnatürlichen Idee von Elementen festzuhalten, welche ganz unbeeinflusst von allen mit ihnen verbundenen Elementen in absoluter Starrheit beharren und stets den nämlichen Einfluss auf die verschiedensten Verbindungen üben sollen.

§ 19. Ehe ich zur Betrachtung der ungesättigten Verbindungen übergehe, will ich die Refractionsconstitution aller von Brühl nach seinen und Landolts Beobachtungen mitgetheilten, aber hier noch nicht in Betracht gezogenen gesättigten Verbindungen angeben, indem ich jedoch von den Halogenverbindungen, die eine besondere Untersuchung erfordern, vorerst absehe. Es entsprechen alle gesättigten Verbindungen der nämlichen theoretischen Auffassung: alle einwerthig verknüpften C, H und O haben Eine Stere, das zweiwerthig gebundene O hat zwei Steren.

Hierher gehört zunächst ein Kohlenwasserstoff; das Hexan. Seine Refractionsconstitution ist gegeben als:

1. **Mr. Hexan** $= C_6^6H_{14}^{14} = 47{,}59$ Br. $= 20 \times 2{,}38$.

Ferner gehören hierher einige Aetherarten, deren Refractionsconstitution sich ebenfalls unmittelbar ergiebt als:

2. Mr. **Methylal** = **Methylendimethylaether** = $C_3^3H_8^8O_2^2$ = 30,46 Br. = 13 × 2,34.
3. „ **Aethylaether** = $C_4^4H_{10}^{10}O_1^1$ = 35,53 L. = 15 × 2,37.
4. „ **Propylaethylaether** = $C_5^5H_{12}^{12}O_1^1$ = 42,86 Br. = 18 × 2,38.
5. „ **Acetal** = **Aethylidendiaethylaether** = $C_6^6H_{14}^{14}O_2^2$ = 52,82 Br. = 22 × 2,41.

Auch bei diesen Aethern wächst die Stere mit dem Atomgewicht und entspricht ausnahmslos dem normalen Werthe 2,3 bis 2,4. Jedem Elementaratom entspricht Eine Stere.

§ 20. Es sind ferner noch einige Ester beobachtet.

a) dem kohlensauren Aethyl = $C_1^1O_1^2(O_1^1C_2^2H_5^5)_2$ entspricht Ein doppelt gebundenes O als O_1^2; es ist daher:

6. Mr. **Aethylcarbonat** = $C_5^5H_{10}^{10}O_3^4$ = 45,41 Br. = 19 × 2,39.

b) dem Aethyloxalat = $\begin{matrix} C_1^1O_1^2 . O_1^1C_2^2H_5^5 \\ C_1^1O_1^2 . O_1^1C_2^2H_5^5 \end{matrix}$ entsprechen zwei doppelt gebundene O als O_1^2; es ist daher

7. Mr. **Aethyloxalat** = $C_6^6H_{10}^{10}O_4^6$ = 54,00 Br. = 22 × 2,45.

c) dem Acetessigester =

$$C_1^1O_1^2 \begin{cases} C_1^1H_3^3 \\ C_1^1H_2^2 . C_1^1O_1^2 . O_1^1C_2^2H_5^5 \end{cases}$$

entsprechen ebenfalls zwei doppelt gebundene O als O_1^2, und es ist daher:

8. Mr. **Acetessigester** = $C_6^6H_{10}^{10}O_3^5$ = 51,62 Br. = 21 × 2,46.

d) dem dreibasischen Citronsauren Aethyl =

$$C_3^3H_4^4(O_1^1H_1^1) \begin{cases} C_1^1O_2^3 . C_2^2H_5^5 \\ C_1^1O_2^3 . C_2^2H_5^5 \\ C_1^1O_2^3 . C_2^2H_5^5 \end{cases}$$

entsprechen drei doppelt gebundene O als O_1^2, und es ist daher

9. Mr. **Triaethylcitrat** = $C_{12}{}^{12}H_{20}{}^{20}O_7{}^{10}$ = 105,09 Br. = 42 × 2,50.

e) Wird auch das H in OH des Aethylcitrats durch Aethyl ersetzt, so entsteht das Tetraethylcitrat, mit der Refractionsconstitution;

10. Mr. **Tetraethylcitrat** = $C_{14}{}^{14}H_{24}{}^{24}O_7{}^{10}$ = 119,97 Br. = 48 × 2,50.

Es befolgen, wie man sieht, auch die zwei- und dreibasischen Säuren und ihre Ester ganz das nämliche Gesetz. Auch bei obigen Estern ist das Wachsen der Stere sehr normal, und sie geht bei den Citraten von sehr hohem Atomgewicht bis zu 2,50.

§ 21. Es sind ferner noch beobachtet:

a) die Gährungsmilchsäure oder Oxypropionsäure = $C_1{}^1H_3{}^3 . C_1{}^1H_1{}^1O_1{}^1H_1{}^1 . C_1{}^1O_2{}^3H_1{}^1$, deren Refractionsconstitution also gegeben ist durch:

11. Mr. **Gährungsmilchsäure** = $C_3{}^3H_6{}^6O_3{}^4$ = 31,18 L. = 13 × 2,40.

b) das Essigsäureanhydrid =

$$C_1{}^1H_3{}^3C_1{}^1O_1{}^2 . O_1{}^1 . C_1{}^1O_1{}^2 . C_1{}^1H_3{}^3,$$

dessen Refractionsconstitution demnach ist:

12. **Essigsäureanhydrid** = $C_4{}^4H_6{}^6O_3{}^5$ = 35,82 L. = 15 × 2,39.

c) das Glycerin = $C_3{}^3H_5{}^5(O_1{}^1H_1{}^1)_3$, dessen Refractionsconstitution demnach einfach sich ergiebt als:

13. Mr. **Glycerin** = $C_3{}^3H_8{}^8O_3{}^3$ = 33,70 L. = 14 × 2,41.

Alle bis jetzt auf ihre Lichtbrechung in vergleichbarer Weise untersuchten Substanzen befolgen, wie man sieht, auf das genaueste das mitgetheilte überaus einfache Gesetz.

Nur für das Wasser würde sich eine sehr anormal niedrige Stere ergeben, und ich muss daher auf die Molecularrefraction des Wassers an anderer Stelle zurückkommen.

II. Ungesättigte Verbindungen der Fettreihe

§ 22. In dem einwerthigen Allyl = C_3H_5 nimmt man Ein Paar doppelt verketteter Kohlenstoffatome an. Man erhält über die Refractionsconstitution des Allyls Aufschluss durch den Vergleich seiner Verbindungen mit den entsprechenden Aethyl- und Propyl-Verbindungen.

Völlig gleiches Refractionsmaass haben der Aethylalkohol und der Allylalkohol. Für die Alkohole ergab sich § 9 bis § 12, dass in denselben Mr. CH_2 = Mr. OH_2 = 3 Steren. Nun ist

$$\left\{\begin{array}{l} \text{Mr. Aethylalkohol} = C_2{}^2H_4{}^4 . O_1{}^1H_2{}^2 = 20{,}31 \text{ L.} = 3 \times 6{,}77 = \\ \qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad 9 \times 2{,}26. \\ \text{„ Allylalkohol} = C_2H_2 . C_1{}^1H_2{}^2 . O_1{}^1H_2{}^2 = 27{,}09 \text{ Br.} = 4 \times 6{,}77 \\ \qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad = 12 \times 2{,}26. \end{array}\right.$$

Der Allylalkohol hat eine Mr. = 4 × 6,77, d. i. 4 mal der Einfluss von Mr. CH_2 = Mr. OH_2; der Aethylalkohol hat eine Mr. = 3 × 6,77 = 3 mal Mr. CH_2 = Mr. OH_2. Es geht hieraus hervor, dass die Gruppe C_2H_2 des Allylalkohols mit 2 doppelt verketteten Kohlenstoffatomen die nämliche Molecularrefraction hat, wie C_2H_4 des Aethylalkohols. Der Einfluss des durch die Doppelbindung der Kohlenstoffatome zur Sättigung entbehrlich gewordenen Wasserstoffs wird durch die erhöhte Molecularrefraction der Kohlenstoffatome selbst, der Sterenzahl nach, vollkommen ersetzt. Es ist also die Molecularrefraction der Gruppe C_2H_2 gegeben durch die Formel Mr. $C_2{}^4H_2{}^2$ = Mr. $C_2{}^2H_4{}^4$; die beiden doppelt verketteten Kohlenstoffatome des Allyls haben die Mr. $C_2{}^4$, das heisst, die doppelte von derjenigen, welche den einfach verketteten Kohlenstoffatomen eigen ist.

Dem Allyl = $C_2{}^4H_3{}^3 . C_1{}^1H_2{}^2 = C_3{}^5H_5{}^5$ = 10 Steren, entspricht demnach der Sterenzahl nach die nämliche

Molecularrefration, wie dem Propyl = $C_3{}^3H_7{}^7$ = 10 Steren.

Es bestätigt sich diess sofort, wenn man die entsprechenden Propyl- und Allyl-Verbindungen vergleicht. Man hat:

1. Mr. **Propylaldehyd** = $C_2{}^2H_5{}^5 . C_1{}^1O_1{}^2H_1{}^1$ = 25,42 Br. = 11 × 2,31.
   „ **Allylaldehyd** (Acroleïn) = $C_2{}^4H_3{}^3 . C_1{}^1O_1{}^2H_1{}^1$ = 25,31 Br. = 11 × 2,30.

2. Mr. **Propylalkohol** = $C_3{}^3H_7{}^7 . O_1{}^1H_1{}^1$ = 28,00 Br. = 12 × 2,33.
   „ **Allylalkohol** = $C_3{}^5H_5{}^5 . O_1{}^1H_1{}^1$ = 27,09 Br. = 12 × 2,26.

3. Mr. **Buttersäure** = $C_3{}^3H_7{}^7 . C_1{}^1O_2{}^3H_1{}^1$ = 35,54 Br. = 15 × 2,37.
   „ **Methacrylsäure** = $C_3{}^5H_5{}^5 . C_1{}^1O_2{}^3H_1{}^1$ = 35,07 Br. = 15 × 2,34.

4. Mr. **Propylchlorid** = $C_3{}^3H_7{}^7Cl_1{}^4$ = 33,36 Br. = 14 × 2,38.
   „ **Allylchlorid** = $C_3{}^5H_5{}^5Cl_1{}^4$ = 32,63 Br. = 14 × 2,33.

5. Mr. **Propylaethylaether** = $C_3{}^3H_7{}^7 . O_1{}^1 . C_2{}^2H_5{}^5$ = 42,86 Br. = 18 × 2,38.
   „ **Allylaethylaether** = $C_3{}^5H_5{}^5 . O_1{}^1 . C_2{}^2H_5{}^5$ = 42,20 Br. = 18 × 2,34.

6. Mr. **Propylacetat** = $C_3{}^3H_7{}^7O_1{}^1 . C_1{}^1O_1{}^2 . C_1{}^1H_3{}^3$ = 43,11 Br. = 18 × 2,40.
   „ **Allylacetat** = $C_3{}^5H_5{}^5O_1{}^1 . C_1{}^1O_1{}^2 . C_1{}^1H_3{}^3$ = 42,21 Br. = 18 × 2,34.

Stets liegen sich die Molecularrefractionen jeden Paars sehr nahe; sie unterscheiden sich nicht mehr, als sich die Molecularrefractionen isomerer Substanzen von einander unterscheiden. Das Refractionsmaass der Propylverbindung ist stets etwas grösser; aber in der nämlichen Verbindung haben wir für Propyl und Allyl den gleichen Einfluss von 10 Steren auf die Molecularrefraction anzuerkennen, indem wir die bisher stets bewährte Schlussweise anwenden: Wenn zweierlei Elemente oder Gruppen in verschiedenen sich entsprechenden Verbindungen stets sehr nahe den gleichen Einfluss

auf die Molecularrefraction ausüben, so kommen diesen Elementen oder Gruppen in der nämlichen Verbindung gleiche Einflüsse zu. Es ist diess eine Consequenz aus dem bis jetzt allgemein bewährten, und in den Paragraphen 7 bis 12 auch für die Molecularrefraction bewiesenen Sterengesetz.

§ 23. Es ist bemerkenswerth, dass das Refractionsmaass der Allylverbindungen stets demjenigen entsprechender Verbindungen von gleichem Wasserstoffgehalt sehr nahe liegt. So hat man:

1.	Mr. **Allylaldehyd** (Acrolëin)	$= C_3^5H_4^4O_1^2$	= 25,31 Br.	= 11 × 2,30.
	„ **Aethylaldehyd**	$= C_2^2H_4^4O_1^2$	= 18,18 L.	= 8 × 2,27.
2.	Mr. **Allylalkohol**	$= C_3^5H_6^6O_1^1$	= 27,09 Br.	= 12 × 2,26.
	„ **Aethylalkohol**	$= C_2^2H_6^6O_1^1$	= 20,31 L.	= 9 × 2,26.
3.	Mr. **Methacrylsäure**	$= C_4^6H_6^6O_2^3$	= 35,07 Br.	= 15 × 2,34.
	„ **Propionsäure**	$= C_3^3H_6^6O_2^3$	= 28,01 L.	= 12 × 2,33.
4.	Mr. **Allylaethylaether**	$= C_5^7H_{10}^{10}O_1^1$	= 42,20 Br.	= 18 × 2,34.
	„ **Aethylaethylaether**	$= C_4^4H_{10}^{10}O_1^1$	= 35,53 L.	= 12 × 2,37.
5.	Mr. **Allylacetat**	$= C_5^7H_8^8O_2^3$	= 42,21 Br.	= 18 × 2,34.
	„ **Aethylacetat**	$= C_4^4H_8^8O_2^3$	= 35,46 L.	= 15 × 2,36.

§ 24. Kannonikow hat neuestens l. c. noch einige höhere Allylalkohole untersucht, deren Refractionsconstitution sich hiernach unmittelbar völlig normal ergiebt, und zwar:

1. Mr. **Allyldimethylcarbinol**	$= C_6^6H_{12}^{12}O_1^1$	= 49,84 Kannonikow	= 21 × 2,37.
2. „ **Allyldiaethylcarbinol**	$= C_8^{10}H_{16}^{16}O_1^1$	= 64,62 Kannonikow	= 27 × 2,39.
3. „ **Allylmethylpropylcarbinol**	$= C_8^{10}H_{16}^{16}O_1^1$	= 65,10 Kannonikow	= 27 × 2,41.
4. „ **Allyldipropylcarbinol**	$= C_{10}^{12}H_{20}^{20}O_1^1$	= 79,64 Kannonikow	= 33 × 2,41.

Hier ist wieder das Wachsen des Refractionsmaasses mit dem Atomgewicht vom Allylalkohol bis zum Allyldipropylcarbinol sehr klar vor Augen gelegt.

Diese Auffassung wird noch bestätigt durch den nahen Isosterismus von Allylmethylpropylcarbinol mit Methylhexylcarbinol; man hat:

Mr. **Methylhexylcarbinol** $= C_8^8H_{18}^{18}O_1^1 = 65{,}57$ Br. $= 27 \times 2{,}43$
„ **Allylmethylpropylcarbinol** $= C_8^{10}H_{16}^{16}O_1^1 = 65{,}10$ Kannonikow $= 27 \times 2{,}41$.

Ebenso ergiebt sich auch die nahe Uebereinstimmung des Refractionsmaasses mit der entsprechenden Verbindung von gleichem Wasserstoffgehalt aus:

Mr. **Allyldimethylcarbinol** $= C_6^8H_{12}^{12}O_1^1 = 49{,}84$ Kannonikow $= 21 \times 2{,}37$
„ **Isoamylalkohol** $= C_5^5H_{12}^{12}O_1^1 = 43{,}04$ i. M. $= 18 \times 2{,}39$.

§ 25. Für das Amylen $= C_5H_{10}$, welches ebenfalls zwei doppelt verkettete Kohlenstoffatome als C_2^4 enthält, ergiebt sich hiernach sofort die Refractionsconstitution:

Mr. **Amylen** $= C_5^7H_{10}^{10} = 39{,}29$ Br. $= 17 \times 2{,}31$.

Es ist nun sehr merkwürdig, dass das Diallyl $= C_6H_{10}$, welches zwei Paare doppelt gebundener Kohlenstoffatome enthält, und dessen Refractionsconstitution hiernach durch $C_6^{10}H_{10}^{10}$ gegeben sein muss, in der That wieder das nämliche Refractionsmaass hat, wie das Amylen von gleichem Wasserstoffgehalt; denn man hat:

Mr. **Diallyl** $= C_6^{10}H_{10}^{10} = 45{,}99$ Br. $= 20 \times 2{,}30$.

Dagegen hat das Valerylen $= C_5H_8$ mit ebenfalls zwei Paaren doppelt verketteter Kohlenstoffatome, seines geringeren Wasserstoffgehaltes wegen, eine im Vergleich zum Amylen abermals etwas erniedrigte Stere:

$$\begin{cases} \text{Mr. Amylen} = C_5{}^7H_{10}{}^{10} = 39{,}29 \text{ Br.} = 17 \times 2{,}31. \\ \text{„ Valerylen} = C_5{}^9H_8{}^8 = 38{,}65 \text{ Br.} = 17 \times 2{,}24. \end{cases}$$

Die Sterenzahl dieser ungesättigten Kohlenwasserstoffe ist gleich der Sterenzahl der gesättigten Kohlenwasserstoffe von gleichem Kohlenstoffgehalt.

§ 26. Die Richtigkeit der gegebenen Auffassung der Molecularrefraction des Allyls und Diallyls wird sofort noch weiter dadurch verbürgt, dass sich nach derselben die von Kannonikow untersuchte und l. c. mitgetheilte Molecularrefraction mehrerer Diallylcarbinole vollkommen normal erklärt. Ihre Refractionsconstitution ergiebt sich in der That unmittelbar als:

1. Mr. Diallylcarbinol $= C_7{}^{11}H^{12}{}_{12}O_1{}^1 = 56{,}60$ Kann. $= 24 \times 2{,}36.$
2. „ Diallylmethylcarbinol $= C_8{}^{12}H_{14}{}^{14}O_1{}^1 = 63{,}82$ „ $= 27 \times 2{,}36.$
3. „ Diallylpropylcarbinol $= C_{10}{}^{14}H_{18}{}^{18}O_1{}^1 = 78{,}74$ „ $= 33 \times 2{,}39.$

Auch hier zeigt sich wieder die normale Erniedrigung der Stere, indem C an die Stelle von H_2 tritt, aus den Relationen:

1. $\begin{cases} \text{Mr. Allyldiaethylcarbinol} = C_8{}^{10}H_{16}{}^{16}O_1{}^1 = 64{,}62 \text{ Kann.} = 27 \times 2{,}39. \\ \text{„ Diallylmethylcarbinol} = C_8{}^{12}H_{14}{}^{14}O_1{}^1 = 63{,}82 \text{ „} = 27 \times 2{,}36. \end{cases}$

2. $\begin{cases} \text{Mr. Allyldipropylcarbinol} = C_{10}{}^{12}H_{20}{}^{20}O_1{}^1 = 79{,}64 \text{ Kann.} = 33 \times 2{,}41. \\ \text{„ Diallylpropylcarbinol} = C_{10}{}^{14}H_{18}{}^{18}O_1{}^1 = 78{,}74 \text{ „} = 33 \times 2{,}39. \end{cases}$

Ebenso ergiebt sich wieder die nahe Uebereinstimmung der Stere oder des Refractionsmaasses bei gleichem Wasserstoffgehalt aus der Relation:

3. $\begin{cases} \text{Mr. Allyldimethylcarbinol} = C_6{}^8H_{12}{}^{12}O_1{}^1 = 49{,}84 \text{ Kann.} = 21 \times 2{,}37. \\ \text{„ Diallylcarbinol} = C_7{}^{11}H_{12}{}^{12}O_1{}^1 = 56{,}60 \text{ „} = 24 \times 2{,}36. \end{cases}$

Dass der Hinzutritt von CH_2 die Stere um etwa ebensoviel erhöht, als eine Doppelbindung zweier Kohlenstoffatome sie erniedrigt, ergiebt sich aus der Gleichheit der Steren des Paares:

4. $\begin{cases} \text{Mr. Allyldiaethylcarbinol} = C_8{}^{10}H_{10}{}^{10}O_1{}^1 = 64{,}62 \text{ Kann.} = 26 \times 2{,}39. \\ \text{„ Diallylpropylcarbinol} = C_{10}{}^{14}H_{18}{}^{18}O_1{}^1 = 78{,}74 \quad \text{„} \quad = 33 \times 2{,}39. \end{cases}$

Alle diese Gesetzmässigkeiten aber, welche ohne das Sterengesetz gar nicht erkannt werden können, bestätigen ihrerseits das Sterengesetz selbst.

§ 27. Bei den ungesättigten Verbindungen stimmen, wie man sieht, die Volumconstitution und die Refractionsconstitution nicht mehr überein, während diess bei den gesättigten Verbindungen ausnahmslos der Fall ist.

Die einwerthig verbundenen Elementaratome des Kohlenstoffs, Wasserstoffs und Sauerstoffs tragen Eine Stere sowohl zur Volumconstitution als zur Refractionsconstitution bei; das zweiwerthig verbundene Sauerstoffatom trägt zwei Steren sowohl zur Volumconstitution als zur Refractionsconstitution bei.

Aber die Volumconstitution zweier doppelt verbundener Kohlenstoffatome ist ausgedrückt durch die Formel $C_2{}^3$, das heisst, sie haben drei Steren Raumerfüllung; die Refractionsconstitution derselben ist dagegen ausgedrückt durch die Formel $C_2{}^4$, das heisst, sie üben einen Einfluss von vier Refractionssteren.

III. Aromatische Verbindungen.

§ 28. Ich gehe nun über zur Betrachtung der aromatischen Verbindungen, bei welchen sich ganz andere Beziehungen herausstellen. Hier ergeben sich nun zunächst ganz unzweifelhaft die folgenden Thatsachen.

Das Benzol selbst ist isorefractär mit Propylaethylaether, Isoamylalkohol, Isovaleriansäure u. s. w., und hat daher wie die letzteren 18 Steren. Man hat:

1.	Mr. **Benzol**	$= C_6H_6$	= 42,16 Br.	= 18 × 2,34.
	„ **Propylaethylaether**	$= C_5^5H_{12}^{12}O_1^1$	= 42,86 Br.	= 18 × 2,38.
	„ **Isoamylalkohol**	$= C_5^5H_{12}^{12}O_1^1$	= 43,04 i. M.	= 18 × 2,39.
	„ **Isovaleriansäure**	$= C_5^5H_{10}^{10}O_2^3$	= 43,16 L.	= 18 × 2,40.
	„ **Methylbutyrat**	$= C_5^5H_{10}^{10}O_2^3$	= 43,11 L.	= 18 × 2,40
	„ **Propylacetat**	$= C_5^5H_{10}^{10}O_2^3$	= 43,11 Br.	= 18 × 2,40.

§ 29. Das Toluol = Methylbenzol = $C_6H_5 . CH_3$ ist isorefractär mit Aethylbutyrat, Methylisovalerianat, Isoamylformiat, Isocapronsäure und Acetessigester, und hat daher, wie die genannten Verbindungen 21 Steren. Man hat:

2.	Mr. **Toluol**	$C_6H_5 . C_1^1H_3^3$	= 50,06 Br.	= 21 × 2,38.
	„ **Aethylbutyrat**	$C_6^6H_{12}^{12}O_2^3$	= 50,32 L.	= 21 × 2,38.
	„ **Methylisovalerianat**	. . . .	= 50,67 L.	= 21 × 2,41.
	„ **Isoamylformiat**	. . . .	= 51,06 L.	= 21 × 2,43.
	„ **Isocapronsäure**	. . . .	= 50,56 L.	= 21 × 2,41.
	„ **Acetessigester**	$C_6^6H_{10}^{10}O_3^5$	= 51,62 Br.	= 21 × 2,46.

Da nun dem Toluol 21 Steren, dem Methyl im Toluol aber 4 Steren zukommen, so ergiebt sich, dass dem Phenyl = C_6H_5 noch 17 Steren entsprechen. Dem Benzol = C_6H_6 entsprechen 18 Steren. Das Eine Atom Wasserstoff übt also den Einfluss Einer Stere aus; und da man genügende Gründe hat, die Wasserstoffatome des Benzols alle für gleichwerthig anzuerkennen, so haben also die 6 Atome Wasserstoff des Benzols, wie bisher überall, 6 Steren Einfluss, und von den 18 Steren des Benzols bleiben für die 6 Kohlenstoffatome noch 12 Steren übrig.

Die Refractionsconstitution des Phenyls und des Benzols ist hiernach gegeben durch die Formeln: Phenyl = $C_6{}^{12}H_5{}^5$ = 17 Steren, und Benzol = $C_6{}^{12}H_6{}^6$ = 18 Steren.

Für das Benzol und Toluol aber ergiebt sich die Refractionsconstitution:

Mr. **Benzol** $= C_6^{12}H_6^6 = 42{,}16$ Br. $= 18 \times 2{,}34$
„ **Toluol** $= C_6^{12}H_5^5 . C_1^1H_3^3 = C_7^{13}H_8^8 = 50{,}06$ Br. $= 21 \times 2{,}38$.

Wieder liegt hier das Wachsen der Stere mit dem Atomgewicht klar vor Augen.

Mit dieser Auffassung stimmen nun alle bis jetzt beobachteten Abkömmlinge des Benzols vollkommen überein.

§ 30. Das Mesitylen wird betrachtet als Trimethylbenzol $= C_6H_3(CH_3)_3$, und seine Refractionsconstitution muss daher gegeben sein durch die Formel $C_6^{12}H_3^3 . C_3^3H_9^9 = C_9^{15}H_{12}^{12} = 27$ Steren. Die Beobachtung entspricht dem vollkommen, denn es ist genau isoster mit dem Methylhexylcarbinol und dem Allylpropylmethylcarbinol. Man hat:

3. Mr. **Mesitylen** $= C_9^{15}H_{12}^{12} = 65{,}75$ Br. $= 27 \times 2{,}44$.
„ **Methylhexylcarbinol** $= C_8^8H_{18}^{18}O_1^1 = 65{,}57$ Br. $= 27 \times 2{,}43$.
„ **Allylmethylpropylcarbinol** $= C_8^{10}H_{16}^{16}O_1^1 = 65{,}10$ Kann. $= 27 \times 2{,}41$.

Auch vom Toluol zum Mesitylen wächst die Stere wieder normal.

§ 31. Das Phenol $= C_6H_5 . OH$ ist isoster mit Aethylcarbonat, und es müssen ihm daher 19 Steren entsprechen. Diess ist nach der normalen Refractionsconstitution $= C_6^{12}H_5^5 . O_1^1H_1^1 = 19$ Steren unmittelbar vorauszusehen. In der That hat man:

4. Mr. **Phenol** $= C_6^{12}H_6^6O_1^1 = 45{,}71$ L. $= 19 \times 2{,}41$.
„ **Aethylcarbonat** $= C_5^5H_{10}^{10}O_3^3 = 45{,}41$ Br. $= 19 \times 2{,}39$.

§ 32. Das Bittermandelöl ist isoster mit dem Acetessigester und all den Verbindungen, welche mit Toluol isoster sind (§ 29); es müssen ihm daher 21 Steren zukommen. Diess entspricht vollkommen seiner chemischen Constitutionsformel und der zugehörigen Refractionsconstitution $= C_6^{12}H_5^5 . C_1^1O_1^2H_1^1 = C_7^{13}H_6^6O_1^2 = 21$ Steren. In der That ist:

5. $\begin{cases} \text{Mr. Bittermandelöl} = C_7{}^{13}H_6{}^6O_1{}^1 = 51{,}65 \text{ L.} = 21 \times 2{,}46. \\ \text{„ Acetessigester} = C_6{}^6H_{10}{}^{10}O_3{}^5 = 51{,}62 \text{ Br.} = 21 \times 2{,}46. \end{cases}$

§ 33. Der Benzylalkohol $= CH_3 . C_6H_4 . OH$ muss die Refractionsconstitution haben $C_1{}^1H_3{}^3 . C_6{}^{12}H_4{}^4 . O_1{}^1H_1{}^1 = C_7{}^{13}H_8{}^8O_1{}^1 = 22$ Steren. Es wird diess bestätigt durch seinen Isosterismus mit Acetal und Aethyloxalat. Man hat:

6. $\begin{cases} \text{Mr. Benzylalkohol} = C_7{}^{13}H_8{}^8O_1{}^1 = 53{,}16 \text{ Br} = 22 \times 2{,}42. \\ \text{„ Acetal} = C_6{}^6H_{14}{}^{14}O_2{}^2 = 52{,}82 \text{ Br.} = 22 \times 2{,}41. \\ \text{„ Aethyloxalat} = C_6{}^6H_{10}{}^{10}O_4{}^6 = 54{,}00 \text{ Br.} = 22 \times 2{,}45. \end{cases}$

§ 34. Das Benzoësaure Methyl $= C_6H_5 . CO_2CH_3$ muss die Constitution haben $= C_6{}^{12}H_5{}^5 . C_1{}^1O_2{}^3 . C_1{}^1H_3{}^3 = 25$ Steren; das Benzoësaure Aethyl die Constitution $= C_6{}^{12}H_5{}^5 . C_1{}^1O_2{}^3 . C_2{}^2H_5{}^5 = 28$ Steren. Die Beobachtung entspricht dem vollkommen; denn es ist:

7. $\begin{cases} \text{Mr. Benzoësaures Methyl} = C_8{}^{14}H_8{}^8O_2{}^3 = 61{,}30 \text{ L.} = 25 \times 2{,}45. \\ \text{„ Benzoësaures Aethyl} = C_9{}^{15}H_{10}{}^{10}O_2{}^3 = 68{,}82 \text{ L.} = 28 \times 2{,}46. \end{cases}$

§ 35. Der Phenylpropylalkohol $= C_6H_4 . C_3H_7 . OH$ muss die Constitution haben $= C_6{}^{12}H_4{}^4 . C_3{}^3H_7{}^7 . O_1{}^1H_1{}^1 = C_9{}^{15}H_{12}{}^{12}O_1{}^1 = 28$ Steren. In der That ist er mit dem eben betrachteten Benzoësauren Aethyl vollkommen isoster, und man hat:

8. Mr. Phenylpropylalkohol $= C_9{}^{15}H_{12}{}^{12}O_1{}^1 = 68{,}79$ Br. $= 28 \times 2{,}45$.

§ 36. Die Salicylige Säure, das Oxybenzylaldehyd hat nach ihrer chemischen Constitution die Refractionsconstitution $= O_1{}^1H_1{}^1 . C_6{}^{12}H_4{}^4 . C_1{}^1O_1{}^2H_1{}^1 = C_7{}^{13}H_6{}^6O_2{}^3 = 22$ Steren. In der That ist sie der Beobachtung zufolge mit Aethyloxalat isoster, und man hat:

9. $\begin{cases} \text{Mr. Salicylige Säure} = C_7{}^{13}H_6{}^6O_2{}^3 = 54{,}53 \text{ L.} = 22 \times 2{,}48. \\ \text{„ Aethyloxalat} = C_6{}^6H_{12}{}^{12}O_4{}^6 = 54{,}00 \text{ Br.} = 22 \times 2{,}46. \end{cases}$

§ 37. Die Salicylsäure = Oxybenzoësäure hat die chemische und folglich auch Refractionsconstitu-

tion $= C_6{}^{12}H_4{}^4 \left\langle \begin{matrix} C_1{}^1O_2{}^3H_1{}^1 \\ O_1{}^1H_1{}^1 \end{matrix} \right. = C_7{}^{13}H_6{}^6O_3{}^4 = 23$ Steren. Der Methylsalicylsäure, welche Landolt beobachtet hat, kommt daher die Formel $C_8{}^{14}H_8{}^8O_3{}^4 = 26$ Steren zu. Dem entspricht auch die Beobachtung:

10. Mr. **Methylsalicylsäure** $= C_8{}^{14}H_8{}^8O_3{}^4 = 64{,}59$ L. $= 26 \times 2{,}48$.

§ 38. Die Hydrozimmtsäure oder Phenylpropionsäure hat die chemische und Refractionsconstitution $= C_6{}^{12}H_5{}^5 . C_2{}^2H_4{}^4 . C_1{}^1O_2{}^3H_1{}^1$. Ihrem Aethylaether kommt daher die Constitution zu =

$C_6{}^{12}H_5{}^5 . C_2{}^2H_4{}^4 . C_1{}^1O_2{}^3 . C_2{}^2H_5{}^5 = C_{11}{}^{17}H_{14}{}^{14}O_2{}^3 =$ 34 Steren. Brühls Beobachtung stimmt damit überein, und man hat:

11. Mr. **Hydrozimmtsäureester** $= C_{11}{}^{17}H_{14}{}^{14}O_2{}^3 = 83{,}32$ Br. $= 34 \times 2{,}45$.

§ 39. Für das Cymol aus Campher hat Kannonikow die Molecularrefraction bestimmt = 72,0. Sie entspricht der für das Cymol angenommenen Constitutionsformel $= C_6{}^{12}H_4{}^4 . C_4{}^4H_{10}{}^{10} = C_{10}{}^{16}H_{14}{}^{14} = 30$ Steren; und man hat:

12. Mr. **Cymol** $= C_{10}{}^{16}H_{14}{}^{14} = 72{,}0$ Kannonikow $= 30 \times 2{,}40$.

§ 40. Im Vorstehenden habe ich alle, nur Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff enthaltenden Verbindungen der aromatischen Reihe, welche Brühl l. c. nach seinen und Landolts Beobachtungen zusammengestellt hat, und ebenso die Kannonikow'schen Beobachtungen geprüft; sie führen alle zu dem nämlichen Resultate, dass der Kohlenstoff im Phenyl $= C_6H_5$ einen doppelt so grossen Einfluss auf die Molecularrefraction ausübt, als in den gesättigten Verbindungen. Da sich die erwähnten aromatischen Verbindungen alle mit solchen der Fettreihe von gleicher Sterenzahl auch vollkommen isorefractär erweisen, so ist diese Vergrösserung des Einflusses des Kohlenstoffs hier nicht mit einer Ab-

nahme des Refractionsmaasses verbunden, wie sich eine solche für die Verbindungen der Fettreihe mit doppelten Kohlenstoffbindungen ergeben hat. Die Verkettung der Kohlenstoffatome der aromatischen Reihe ist offenbar von ganz anderer Art.

Auch für die aromatischen Verbindungen stimmen Volumconstitution und Refractionsconstitution nicht überein. Den sechs Kohlenstoffatomen des Phenyls kommt die Volumconstitution C_6^8 zu, das heisst, sie tragen 8 Steren zur Raumerfüllung bei. Ihre Refractionsconstitution aber ist $= C_6^{12}$, das heisst, sie tragen 12 Steren zur Molecularrefraction bei.

§ 41. Brühls Schlussweise: weil die Molecularrefraction für jedes Paar doppelt gebundener Kohlenstoffatome um zwei Einheiten grösser ist, als die aus der Summation der Einflüsse der Elementaratome nach seiner Rechnungsmethode sich ergebende, und weil die Molecularrefraction der aromatischen Verbindungen sich um 6 Einheiten grösser ergiebt, so müssen demnach im Benzol drei Paare von Kohlenstoffatomen doppelt verkettet sein, was nur mit dem bekannten Kékulé'schen Sechseckschema verträglich sei, ist selbst von seinem Standpunkte aus unstatthaft, denn in den nicht aromatischen Verbindungen werden durch jede solche Doppelbindung zwei Wasserstoffatome ersetzt; wenn der Schluss gerechtfertigt wäre, müssten also in den aromatischen Verbindungen durch drei solche Doppelbindungen sechs Wasserstoffatome ersetzt werden; es sind in denselben aber durch mehrfache Verkettung der Kohlenstoffatome acht Wasserstoffatome entbehrlich gemacht.

In den ungesättigten Verbindungen der Fettreihe wird durch jede Mehrbindung zweier Kohlenstoffatome die optische Wirkung des verdrängten Wasser-

stoffs, unter geringer Erniedrigung des Refractionsmaasses, vollständig ersetzt. In den aromatischen Verbindungen wird durch die mehrfache Bindung der Kohlenstoffatome die Wirkung des entbehrlich gewordenen Wasserstoffs nicht vollständig, sondern nur zu drei Viertheilen durch erhöhte Einwirkung des Kohlenstoffs ausgeglichen.

Vollkommen verträglich sind diese optischen Thatsachen nur mit dem Prismenschema. Nach demselben ist jedes Kohlenstoffatom mit 3 benachbarten verkettet; sie verhalten sich alle gleich, und jedes Kohlenstoffatom hat dem entsprechend den doppelten Einfluss auf die Molecularrefraction, als ihm in einer gesättigten Verbindung zukommen würde. Je drei in einer Prismenbasis gelegene Kohlenstoffatome üben den Einfluss von 6 Steren auf die Molecularrefraction.

Auf das Sechseckschema mit 3 Doppelbindungen je zweier Kohlenstoffatome sind die wirklichen, oben abgeleiteten Thatsachen gar nicht anwendbar. Da drei Doppelbindungen je zweier Kohlenstoffatome, wie ermittelt, den Einfluss von verdrängten 6 Wasserstoffatomen ersetzen, und die Molecularrefraction der 6 Kohlenstoffatome um 6 Steren erhöhen, so müsste die weitere Bindung zweier Kohlenstoffatome, welche zur Schliessung der Kette dient, und noch weitere zwei Wasserstoffatome entbehrlich macht, nur den Verlust der Molecularrefraction dieser Wasserstoffatome zur Folge haben, auf die Refraction der Kohlenstoffatome selbst aber ganz ohne Einfluss bleiben, was mit jeder Wahrscheinlichkeit von vornherein in Widerspruch steht und völlig ohne Analogie wäre.

Es sind demnach die Gesetze aller bis jetzt genügend untersuchten physikalischen Eigenschaften: die Wärmetönung bei der Verbrennung (Thomsen), die Volumconstitution (Schröder), und die Refractions-

constitution (Schröder), nur mit dem Prismenschema, nicht mit dem Kékulé'schen Sechseckschema des Benzols verträglich.

§ 42. Ich ziehe noch die Propargylverbindungen, von welchen Brühl drei untersucht hat, und zwar erst jetzt, nach den aromatischen Verbindungen, in Erwägung, weil sie sich sowohl ihrer Volumconstitution als ihrer Molecularrefraction zu Folge den aromatischen Verbindungen in gewisser Beziehung anreihen.

Dem einwerthigen Propargyl $= C_3H_3$ kommt die Refractionsconstitution $= C_3{}^6H_3{}^3$ zu. Es geht diess aus den nachfolgenden Relationen hervor.

§ 43. Der Propargylalkohol $= C_3H_4O$ ist isoster mit Propylaldehyd, und es müssen ihm daher, unter einer kleinen Erniedrigung des Refractionsmaasses, 11 Steren entsprechen. Man hat

$$1.\ \begin{cases} \text{Mr. Propargylalkohol} = C_3{}^6H_3{}^3 . O_1{}^1H_1{}^1 = 24{,}01 \text{ Br.} = 11 \times 2{,}18. \\ \text{„ Propylaldehyd} = C_3{}^2H_6{}^6O_1{}^2 = 25{,}42 \text{ Br.} = 11 \times 2{,}33. \end{cases}$$

Sein Refractionsmaas stimmt aber wieder nahe überein mit demjenigen des Methylalkohols von gleichem Wasserstoffgehalt; denn es ist:

$$2.\ \begin{cases} \text{Mr. Propargylalkohol} = C_3{}^6H_4{}^4O_1{}^1 = 24{,}01 \text{ Br.} = 11 \times 2{,}18. \\ \text{„ Methylalkohol} = C_1{}^1H_4{}^4O_1{}^1 = 12{,}93 \text{ L.} = 6 \times 2{,}16. \end{cases}$$

§ 44. Ebenso sind der Propargylaethylaether und das Propargylacetat isoster unter sich und mit Amylen, und haben demnach 17 Steren; denn man hat:

$$3.\ \begin{cases} \text{Mr. Propargylaethylaether} = C_3{}^6H_3{}^3 . O_1{}^1 . C_2{}^2H_5{}^5 = C_5{}^8H_8{}^8O_1{}^1 = \\ \qquad 39{,}50 \text{ Br.} = 17 \times 2{,}32. \\ \text{„ Propargylacetat} = C_3{}^6H_3{}^3 . O_1{}^1 . C_1{}^1O_1{}^2 . C_1{}^1H_3{}^3 = C_5{}^8H_6{}^6O_2{}^2 = \\ \qquad 39{,}71 \text{ Br.} = 17 \times 2{,}34. \\ \text{„ Amylen} = C_5{}^7H_{10}{}^{10} . \ . = 39{,}29 \text{ Br.} = 17 \times 2{,}31. \end{cases}$$

In allen drei Verbindungen erscheint des Propargyl als $C_3{}^6H_3{}^3$. Es sind darin 4 Wasserstoffatome durch

Mehrbindung der Kohlenstoffatome untereinander ersetzt, aber in der Molecularrefraction ist nur die Einwirkung von dreien solcher Wasserstoffatome durch erhöhten Einfluss des Kohlenstoffs vertreten, gerade wie in den aromatischen Verbindungen.

§ 45. Das Dipropargyl $= C_3H_3 . C_3H_3 = C_6H_6$, dem Benzol isomer, hätte hiernach die Molecularrefraction $C_6{}^{12}H_6{}^{6}$, also der Sterenzahl nach ganz die nämliche, welche dem Benzol thatsächlich entspricht.

Isomere Körper haben aber nach dem Vorausgehenden allgemein eine Molecularrefraction, welche durch die gleiche Sterenzahl gemessen wird, wenn auch das Refractionsmaass, und folglich auch die Molecularrefraction selbst durch kleine Verschiedenheiten charakterisirt ist.

Es kann diese Consequenz aus der abgeleiteten Refractionsconstitution des Propargyls daher ebenfalls als eine Bestätigung derselben aufgefasst werden.

Das Refractionsmaass, die Grösse der Stere, des Proppargylaethylaethers stimmt wieder überein mit demjenigen des Alkohols von gleichem Wasserstoffgehalt, denn es ist:

4. $\begin{cases} \text{Mr. Propargylaethylaether} = C_5{}^5H_8{}^5O_1{}^1 = 39{,}50 \text{ Br. } 17 \times 2{,}32. \\ \text{„ Proylalkohol} = C_3{}^3H_8{}^5O_1{}^1 = 27{,}72 \text{ i. M. } 12 \times 2{,}33. \end{cases}$

Ebenso stimmt das Refractionsmaass des Propargylacetats mit demjenigen der Propionsäure von gleichem Wasserstoffgehalt:

5. $\begin{cases} \text{Mr. Propargylacetat} = C_5{}^5H_6{}^6O_2{}^3 = 39{,}71 \text{ Br.} = 17 \times 2{,}34. \\ \text{„ Propionsäure} = C_3{}^3H_6{}^6O_2{}^3 = 28{,}01 \text{ L.} = 12 \times 2{,}33. \end{cases}$

Durch die Thatsache, dass das Refractionsmaas der Propargylverbindungen nahe auf dasjenige von Verbindungen mit gleichem Wasserstoffgehalt erniedrigt wird, haben sie allerdings eine Eigenschaft mit den

ungesättigten Verbindungen der Fettreihe gemein, während im Uebrigen ihre Refractionsconstitution mit derjenigen der aromatischen Reihe übereinstimmt.

IV. Regelmässigkeiten des Refractionsmaasses.

§ 46. Es lassen sich noch einige Regelmässigkeiten feststellen, welche sich auf die Veränderlichkeit des Refractionsmaasses oder der Grösse der Stere beziehen.

Stellen wir die isomeren Säuren und Ester zusammen, so ergiebt sich:

1.	Mr. Propionsäure	$= C_3^3H_6^6O_2^3$	= 28,01 L.	= 12 × 2,33.
	„ Ester	=	= 28,70 i. M.	= 12 × 2,39.
2.	Mr. Buttersäure	$= C_4^4H_8^8O_2^3$	= 35,51 i. M.	= 15 × 2,37.
	„ Ester	=	= 35,46 L.	= 14 × 2,36.
3.	Mr. Isovaleriansäure	$= C_5^5H_{10}^{10}O_2^3$	= 43,16 L.	= 18 × 2,40.
	„ Ester	=	= 43,11 i. M.	= 18 × 2,40.
4.	Mr. Isocapronsäure	$= C_6^6H_{12}^{12}O_2^3$	= 50,56 L.	= 21 × 2,41.
	„ Ester	=	= 50,68 i. M.	= 21 × 2,41.
5.	Mr. Oenanthsäure	$= C_7^7H_{14}^{14}O_2^3$	= 58,19 L.	= 24 × 2,42.
	„ Ester	=	= 58,86 i. M.	= 24 × 2,45.

Man sieht, das Refractionsmaass der Paare 2, 3 und 4 stimmt überein; für die niederen und höheren Paare aber ist das Refractionsmaass der Ester das grössere; dasselbe nimmt sogar bei den Estern vom ersten zum zweiten Paar ab, während das der Säuren regelmässig wächst.

§ 47. Vergleicht man die isomeren Ester selbst in Bezug auf das Wachsen des Alkohols oder der Säure, so stellt sich ebenfalls eine Regel heraus. Man hat die vergleichbaren Paare:

1.	Mr. **Methylacetat**	$= C_3{}^3H_6{}^6O_2{}^3$	= 28,78 L.	= 12 × 2,40.
	„ **Aethylformiat**	=	= 28,61 L.	= 12 × 2,38.
2.	Mr. **Methylbutyrat**	$= C_5{}^5H_{10}{}^{10}O_2{}^3$	= 43,11 L.	= 18 × 2,40.
	„ **Propylacetat**	=	= 43,11 Br.	= 18 × 2,40.
3.	Mr. **Methylisovalerianat**	$= C_6{}^6H_{12}{}^{12}O_2{}^3$	= 50,67 L.	= 21 × 2,41.
	„ **Isoamylformiat**	=	= 51,06 L.	= 21 × 2,43.
4	Mr. **Aethylisovalerianat**	$= C_7{}^7H_{14}{}^{14}O_2{}^3$	= 58,03 L.	= 24 × 2,42.
	„ **Isoamylacetat**	=	= 59,70 L.	= 24 × 2,49.

Während das Refractionsmaass bei Nr. 2 übereinstimmt, ist das Maass kleiner bei höherem Alkoholgehalt in den vorausgehenden, grösser in den nachfolgenden Paaren. Das Refractionsmaass wächst also mit dem Atomgewicht rascher bei höherem Alkoholgehalt, als bei höherem Säuregehalt, ist Anfangs niedriger, wird dann gleich, und später höher.

§ 48. Vergleicht man die Säuren und Alkohole, so hat man:

1.	Mr. **Ameisensäure**	$= C_1{}^1H_2{}^2O_2{}^3$	= 13,61 L.	= 6 × 2,27.
	„ **Methylalkohol**	$= C_1{}^1H_4{}^4O_1{}^1$	= 12,93 L.	= 6 × 2,16.
2.	Mr. **Essigsäure**	$= C_2{}^2H_4{}^4O_2{}^3$	= 20,69 L.	= 9 × 2,30.
	„ **Aethylalkohol**	$= C_2{}^2H_6{}^6O_1{}^1$	= 20,31 L.	= 9 × 2,26.
3.	Mr. **Propionsäure**	$= C_3{}^3H_6{}^6O_2{}^3$	= 28,01 L.	= 12 × 2,33.
	„ **Propylalkohol**	$= C_3{}^3H_8{}^8O_1{}^1$	= 27,92 i. M.	= 12 × 2,33.
4.	Mr. **Buttersäure**	$= C_4{}^4H_8{}^8O_2{}^3$	= 35,51 i. M.	= 15 × 2,37.
	„ **Butylalkohol**	$= C_4{}^4H_{10}{}^{10}O_1{}^1$	= 35,46 i. M.	= 15 × 2,36.
5.	Mr. **Isovaleriansäure**	$= C_5{}^5H_{10}{}^{10}O_2{}^3$	= 43,16 L.	= 18 × 2,40.
	„ **Isoamylalkohol**	$= C_5{}^5H_{12}{}^{12}O_1{}^1$	= 43,04 i. M.	= 18 × 2,39.

Hieraus ergiebt sich, dass das Refractionsmaass der Alkohole Anfangs niedriger ist, als das der Säuren, aber rascher wächst, und vom dritten Paar ab mit dem der Säuren übereinstimmt.

§ 49. Vergleicht man die Aldehyde mit den Säuren, so ergiebt sich:

1.	Mr. **Essigsäure**	$= C_2^2H_4^4O_2^3$	$= 20{,}69$ L.	$=$	$9 \times 2{,}30.$
	„ **Aethylaldehyd**	$= C_2^2H_4^4O_1^2$	$= 18{,}18$ L.	$=$	$8 \times 2{,}27.$
2.	Mr. **Propionsäure**	$= C_3^3H_6^6O_2^3$	$= 28{,}01$ L.	$=$	$12 \times 2{,}33.$
	„ **Propylaldehyd**	$= C_3^3H_6^6O_1^2$	$= 25{,}42$ Br.	$=$	$11 \times 2{,}31.$
3.	Mr. **Buttersäure**	$= C_4^4H_8^8O_2^3$	$= 35{,}52$ i. M.	$=$	$15 \times 2{,}37.$
	„ **Butylaldehyd**	$= C_4^4H_8^8O_1^2$	$= 32{,}93$ Br.	$=$	$14 \times 2{,}35.$
4.	Mr. **Isovaleriansäure**	$= C_5^5H_{10}^{10}O_2^3$	$= 43{,}16$ L.	$=$	$18 \times 2{,}40.$
	„ **Isovaleraldehyd**	$= C_5^5H_{10}^{10}O_1^2$	$= 40{,}66$ L.	$=$	$17 \times 2{,}39.$
5.	Mr. **Oenanthsäure**	$= C_7^7H_{14}^{14}O_2^3$	$= 58{,}19$ L.	$=$	$24 \times 2{,}42.$
	„ **Oenanthol**	$= C_7^7H_{14}^{14}O_1^2$	$= 55{,}59$ Br.	$=$	$23 \times 2{,}42.$

Das Refractionsmaass der Aldehyde ist also Anfangs kleiner als das der Säuren, wächst aber rascher, und wird dem der Säuren in den höheren Gliedern endlich gleich.

§ 50. Es liessen sich noch eine Reihe ähnlicher Beziehungen aufstellen, worauf ich hier verzichte. Die erwähnten Thatsachen genügen, um klar darzulegen, dass es vorerst nicht angängig ist, eine allgemeine Regel über die Zunahme des Refractionsmaasses mit dem Atomgewicht aufzustellen, und dass wir noch lange nicht so weit sind, eine genaue Vorausberechnung der Molecularrefraction einer Verbindung unternehmen zu können. Einstweilen hat man aus den Beobachtungen nur noch zu lernen; aber genähert wird man eine solche Vorausbestimmung ebenso gut ausführen können, als mit den bisher angenommenen Werthen für die Elementaratome.

V. Beispiele praktischer Anwendung der mitgetheilten Gesetze.

§ 51. Viel wichtiger ist die Thatsache, dass die entwickelten Gesetze geeignet sind, in vielen Fällen über die chemische Natur der Substanzen, namentlich darüber, ob ihr Sauerstoff einwerthig oder zweiwerthig

an Kohlenstoff gebunden ist, ob sie mehrwerthig verbundene Kohlenstoffatome haben, ob sie den Benzolkern enthalten u. s. w. bündigen Aufschluss zu geben.

Ich will die Sache hier durch einige Beispiele erläutern.

§ 52. Für den Menthacampher = $C_{10}H_{20}O$ hat Kannonikow die Molecularrefraction = 77,6 beobachtet; dieser Werth entspricht 32 Steren; denn $77,6 = 32 \times 2,43$.

Man kann in demselben nicht ein doppelt verbundenes Kohlenstoffpaar annehmen, denn dann ergäbe sich aus der Formel $C_{10}{}^{12}H_{19}{}^{19}(O_1{}^1H_1{}^1)$ mindestens ein Gehalt von 33 Steren. Aber 33 Steren kann man nicht annehmen, denn es wäre $77,6 = 33 \times 2,35$, und ein so niederer Werth der Stere ist mit so hohem Atomgewicht unvereinbar. Der Menthacampher ist daher:

1. Menthacampher = $C_{10}{}^{10}H_{20}{}^{20}O_1{}^2$ = 77,6 Kannonikow = $32 \times 2,43$.

Er ist eine gesättigte Verbindung, welche zweiwerthig gebundenen Sauerstoff enthält, und sich als ein Keton charakterisirt.

§ 53. Für Terpen, Carven und Thymen = $C_{10}H_{16}$ hat Kannonikow l. c. die Molecularrefraction bestimmt = 71,4 bis 71,9. Diese Werthe entsprechen 30 Steren, und zwei Paar in Folge mehrfacher Verkettung als $C_2{}^4$ enthaltenen Kohlenstoffatomen, also:

Mr. Terpen, Carven und Thymen = $C_{10}{}^{10}H_{16}{}^{16}$ = 71,4 bis 71,9 Kannon. = $30 \times 2,38$ bis $30 \times 2,40$.

Es wären ausserdem nur noch 28 oder 32 Steren möglich, wenn ein Paar Kohlenstoffatome weniger oder mehr durch mehrfache Verkettung mit der Mr. $C_2{}^4$ darin vorhanden wären. Die Eine Annahme würde eine viel zu hohe, die andere eine viel zu niedere Stere ergeben.

Diese Substanzen können also nur zwei Paar Kohlenstoffatome enthalten, welche durch mehrfache Verkettung die Mr. $C_2{}^4$ haben. Eine Stere stimmt sehr gut [illegible]

mit der des Diallylpropylcarbinols, mit zwei Kohlenstoffdoppelbindungen und ähnlich hohem Atomgewicht. Man hat:

2. Mr. **Terpen, Carven, Thymen** $= C_{10}{}^{14}H_{16}{}^{16} = 71{,}4$ bis $71{,}9$ Kannon. $= 30 \times 2{,}38$ bis $30 \times 2{,}40$.
„ **Diallylpropylcarbinol** $= C_{10}{}^{14}H_{18}{}^{18}O_1{}^1 = 78{,}74$ Kannonikow $= 33 \times 2{,}39$.

Aber die Art der mehrfachen Bindung der Kohlenstoffatome ist bei den Terpenen jedenfalls eine ganz andere, als bei den Diallyl-Verbindungen; denn bei letzteren macht die Doppelbindung zweier Atompaare von Kohlenstoff vier Wasserstoffatome entbehrlich; bei den Terpenen werden durch den Gehalt von 4 Kohlenstoffatomen mit der Mr. $C_1{}^2$ nicht vier, sondern sechs Wasserstoffatome entbehrlich.

§ 54. Wenn das Carvol $= C_{10}H_{14}O$, für welche Kannonikow die Mr. 74,8 bestimmt hat, den Benzolkern enthält, so muss es Einer der Constitutionen: $C_6{}^{12}H_5{}^5 . O_1{}^1 . C_4{}^4H_9{}^9$ oder $C_6{}^{12}H_5{}^5 . C_4{}^4H_8{}^8 . O_1{}^1H_1{}^1$ entsprechen, und in beiden Fällen 31 Steren enthalten. Aber $74{,}8 = 31 \times 2{,}41$ giebt eine sehr gut entsprechende Stere. Man könnte nicht $O_1{}^2$ und die Formel $C_{10}{}^{16}H_{14}{}^{14}O_1{}^2 = 74{,}8 = 32 \times 2{,}34$ annehmen, denn die Stere 2,34 wäre viel zu niedrig für eine aromatische Substanz von so hohem Atomgewicht. Wollte man nur zwei doppelt verkettete Kohlenstoffpaare darin annehmen, so erhielte man höchstens $C_{10}{}^{14}H_{14}{}^{14}O_1{}^2$, und es enthielte 2 Atome Wasserstoff zu wenig zur Sättigung, was nicht angeht.

Das Carvol ist also nach dem Obigen als ein aromatisches Carbinol oder als ein aromatischer Aether durch seine Molecularrefraction charakterisirt; und man hat:

3. Mr. **Carvol** $= C_{10}{}^{16}H_{14}{}^{14}O_1{}^1 = 74{,}8$ Kannonikow $= 31 \times 2{,}41$.

Diese Beispiele mögen vorerst genügen, um deutlich zu machen, wie sehr die Molecularrefraction geeignet ist, nach Maassgabe der gewonnenen Gesetze über die den chemi-

schen Verbindungen zukommenden Constitutionsverhältnisse erwünschte Aufschlüsse zu geben.

Schlussbemerkung.

§ 55. Meine Untersuchungen über die Molecularrefraction von Verbindungen, welche ausser Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff auch noch andere Elemente enthalten, muss ich späteren Mittheilungen vorbehalten.

Wendet man die nämliche Untersuchungsmethode, wie ich sie für die Molecularrefraction des Strahles A von unendlicher Wellenlänge im Vorstehenden durchgeführt habe, in ganz gleicher Weise auf die einzelnen wirklich beobachteten Strahlen, z. B. auf den rothen Strahl $\mu\alpha$ oder den grünen Strah $\mu\beta$ des Wasserstoffs an, so gelangt man für diese einzelnen Strahlen Schritt für Schritt ganz zu den nämlichen Resultaten, wie für den Strahl A. Nur die Grösse der Refractionssteren ändert sich gesetzmässig mit der grösseren Brechbarkeit der Strahlen, nicht ihre Anzahl. Es stellen sich dabei sehr bestimmte Thatsachen in Bezug auf die Dispersion heraus, worauf ich an anderer Stelle zurückkommen werde.

Zum Schlusse will ich nur noch auf die folgenreiche Thatsache aufmerksam machen, dass das Sterengesetz, wie ich es aus den Beziehungen der Molecularvolume gasförmiger, flüssiger und fester Körper abgeleitet habe, sich nun auch bei einer ganz anderen physischen Eigenschaft, der Molecularrefraction, vollkommen bewährt.

Herr K. A. Zittel spricht:

„Ueber Plicatocrinus".

(Dazu Taf. I u. II.)

Unter den jurassischen Crinoideen nimmt die Gattung Plicatocrinus eine ganz isolirte Stellung ein. Der schüsselförmige, aus zwei Täfelchenkränzen zusammengesetzte Kelch erinnert in seiner ganzen Erscheinung mehr an gewisse paläolithische, als an die im Jura verbreiteten Formen. Auch die geringe Stärke der Kelchtäfelchen und ihre Verbindung durch ebene Sizygialnähte stimmt mit den Paläocrinoideen überein.

Bei näherer Prüfung erweist sich freilich die vermeintliche Aehnlichkeit mit Platycrinus und Dichocrinus als trügerisch, denn der untere, aus 5—7 fest verwachsenen Täfelchen bestehende Kranz entspricht nicht der Basis, sondern ist aus Radialplatten zusammengesetzt, auf welche dann noch ein zweiter Kranz von grösseren Radialia folgt. Die Basalia fehlen vollständig oder sind durch ganz rudimentäre Knötchen angedeutet, welche in der ausgehöhlten Basis des Kelches zwischen den Radialia und dem obersten Glied des runden Stieles liegen.

Bisher war die Gattung Plicatocrinus nur unvollständig bekannt. Ein einziges von Quenstedt[1]) abgebildetes Exemplar zeigt noch die beiden Zonen der Radialia in natürlicher Verbindung; sonst findet sich in der Regel nur

1) Petrefactenkunde Deutschlands. Bd. IV. Taf. 106. Fig. 129.

der untere verschmolzene Täfelchenkranz und hin und wieder kommen auch vereinzelte Platten der oberen Zone vor. Zu meiner Ueberraschung sah ich bei einem Besuche des k. Naturalien-Cabinets in Stuttgart auf einer Platte Nusplinger Schiefers ein nahezu vollständiges Exemplar dieser seltenen Crinoideen-Gattung, das insbesondere über den Bau der bisher unbekannten Arme Aufschlüsse gewährt. Mein verehrter Freund Professor Fraas vertraute mir das kostbare Unicum mit gewohnter Liberalität zur Untersuchung und Beschreibung an, wofür ich ihm hiermit meinen verbindlichsten Dank ausspreche.

Das erwähnte Exemplar liegt mit horizontal ausgebreiteten Armen auf einer dünnen, licht gelblich-grauen Platte des dünnschieferigen Kalkes von Nusplingen und stammt aus denselben Schichten, welche die bekannte dem obersten Jura Würtembergs angehörige Fauna geliefert haben. Das Thier musste mit der Mundseite auf den schlammigen Boden gelangt sein und zeigt darum Kelche und Arme von der Dorsalseite. Der Kelch hat einen grössten Durchmesser von nur 6 mm und die Arme messen von ihrer Basis bis zur Spitze 25 mm.

Wie bei den meisten bis jetzt beschriebenen Plicatocrinus-Exemplaren ist auch bei dem vorliegenden der Kelch aus 6 Radien zusammengesetzt; jeder Radius trägt einen aus zwei gleich grossen Aesten bestehenden Doppelarm. Von letzteren sind 3 fast vollständig, die übrigen wenigstens mit ihrem unteren Theil erhalten. Vom Stiel ist Nichts vorhanden, doch beweist die Insertionsstelle am Kelche, dass derselbe einen kreisrunden Durchmesser besass. Wahrscheinlich hatte sich der Stiel bald nach der Ablagerung abgelöst, denn die vertiefte Anheftungsfläche an der Kelchbasis ist wenig scharf und abgerundet.

Der Kelch (calyx)

zeigt die beiden Täfelchenzonen noch in normaler Verbindung. Die 6 innig verschmolzenen Plättchen der unteren Zone bilden ein sechskantiges winziges, gegen oben erweitertes Schüsselchen von nur 2,5 mm Durchmesser; es ist somit das vorliegende Exemplar kleiner als alle bisher beschriebenen Plicatocrinuskelche. Die Aussenflächen der Täfelchen tragen die charakteristische, hier allerdings nur schwach angedeutete Vertiefung zu beiden Seiten einer ganz stumpfen mittleren kantigen Anschwellung. Die runde ziemlich grosse Insertionsstelle zur Anheftung des Stieles ist vertieft, leider aber etwas abgerieben, so dass über die Rudimente von Basaltäfelchen nichts Sicheres ermittelt werden kann. Abgesehen von der geringeren Grösse gleicht der untere Täfelchenkranz des Nusplinger Exemplars am meisten dem von Quenstedt (Petrefaktenkunde Deutschlands Bd. IV. Taf. 106. Fig. 117) abgebildeten Schüsselchen aus dem weissen Jura von Lochen.

Die oberen Radialtäfelchen sind durch Nähte getrennt, von trapezoidischer Gestalt, gegen oben verbreitet, nach unten verschmälert und durch einfache geradlinige Sizygialnähte seitlich verbunden. Ihre Oberfläche lässt eine feine körnelige Beschaffenheit erkennen, in der Mitte schwellen die Täfelchen zu einer gerundeten Erhöhung an, ohne jedoch wie bei den Täfelchen aus dem mittleren weissen Jura eine eigentliche Kante zu bilden. Durch diese mediane Anschwellung liegen die Suturen in einer thalförmigen Vertiefung. Der ganze Kelch ist, wie bei fast allen Neocrinoideen durchaus regelmässig aufgebaut; die sechs Täfelchen der oberen Radialzone sind alle von gleicher Grösse und Form. Die obere ausgeschnittene Gelenkfläche zur Aufnahme des untersten Armgliedes nimmt etwa $^2/_3$ des Oberrandes ein,

zu beiden Seiten derselben befinden sich kurze schräg abfallende Flächen.

Die Arme

beginnen alle gleichmässig mit einem ziemlich hohen kräftigen fünfseitigen Axillarglied, dessen Dorsalseite stark gewölbt ist. Jeder Arm ist von seinem Nachbar durch einen Zwischenraum geschieden, der durch keine Interbrachialplättchen überbrückt wird. Die beiden oberen dachförmig zusammenstossenden Gelenkflächen der Axillaria tragen je einen geraden einfachen, ungetheilten Ast von gleicher Stärke und Länge, so dass also aus den 5 ersten Brachialia 10 gleichartige Arme von circa 25 mm Länge hervorgehen. Sämmtliche Brachialia zeigen wesentlich gleiche Gestalt; sie besitzen in der Mittellinie der Dorsalseite eine stumpfe Kante und ihre schrägen Gelenkflächen neigen sich abwechselnd von rechts nach links und von links nach rechts, so dass z. B. das dem axillaren Anfangsglied aufruhende Brachiale 2 auf der inneren Seite etwas höher, als auf der äussern ist, während das darauf folgende Brachiale 3 umgekehrt aussen höher und innen kürzer ist. So folgen in regelmässigem Wechsel etwa 25 Brachialia übereinander, von denen jedes dem unmittelbar vorhergehenden etwas an Grösse nachsteht.

Sämmtliche Brachialia sind durch Gelenkflächen verbunden; Sizygialnähte kommen bei den Armen von Plicatocrinus gar nicht vor. Damit hängt auch die Zahl und Stellung der Pinnulae zusammen, welche sich alternirend rechts und links wie fiederstellige Blättchen in der Art ansetzen, dass jedes Armglied am oberen Ende seiner höheren Seite eine Pinnula trägt. Letztere sind von höchst bemerkenswerther Beschaffenheit. Ihre Gestalt ist verlängert lanzettförmig, gegen die Spitze allmälig verschmälert, nach unten etwas verbreitet und auf der sehr fein gekörnelten Rückenseite mit schwachem Kiel versehen. Jene der 4 unte-

ren Brachialglieder bestehen aus drei Stücken von nahezu gleicher Länge, allen übrigen fehlt dagegen jede weitere Gliederung; es sind einfache stark verlängerte Kalkplättchen, die auf der Innenseite eine vertiefte Rinne zur Aufnahme der Ambulacralgefässe etc. besitzen. Die Form und Anheftung der Pinnulae wird am besten durch Betrachtung der Fig. 3 Taf. I. ersichtlich. Leider ist der Erhaltungszustand der Arme nicht so günstig, dass sich über ihren feineren Bau Genaueres ermitteln liesse. Auch über die Beschaffenheit der Kelchdecke gibt das vorliegende Exemplar keinerlei Aufschlüsse.

Feststellung der Art und Gattung.

Die beiden trichterförmigen ungetheilten Schüsselchen aus dem oberen Jura von Streitberg, welche Graf Münster (Beiträge I. S. 100, 101) zuerst unter der Bezeichnung Plicatocrinus hexagonus und pentagonus beschrieb, befinden sich im Münchener paläontologischen Staats-Museum. Quenstedt deutete dieselben richtig als verschmolzene Radialia und fügte im Jahre 1857 (Jura tab. 81 fig. 6) die Beschreibung der trapezoidalen zweiten Radialglieder bei, indem er zugleich nachwies, dass neben 5 und 6 täfeligen Schüsseln auch solche mit 7 Radialplatten (Pl. heptagonus Quenst.) vorkommen. Ich habe seitdem sogar 8 täfelige gesehen. Wahrscheinlich bildet übrigens bei Plicatocrinus 6 die Grundzahl und Quenstedt scheint mir in vollem Recht zu sein, wenn er Abweichungen von der Sechszahl nur als Ausnahmen oder Abnormitäten betrachtet und darum in seiner Petrefaktenkunde Deutschlands sämmtliche Formen aus den unteren Schwammkalken des weissen Jura unter dem gemeinsamen Namen Pl. hexagonus Mstr. zusammenfasst.[1])

---

1) Quenstedt. Petrefactenkunde Deutschlands Bd. IV. S. 443.

Im gleichen Werk bildet Quenstedt einen verkieselten Kelch ab, an welchem die beiden Täfelchenkränze noch in Verbindung stehen. In meinem Handbuch der Paläontologie (Bd. I. S. 387) habe ich gezeigt, dass sämmtliche Täfelchen von einem feinen in der Mittellinie verlaufenden Radialcanal durchzogen sind und dass darum die Gattung Plicatocrinus zu den Articulaten gehöre. Loriol[1]) bildet zwei sechszählige untere Radialkränze aus den unteren Spongitenschichten von Birmensdorf und Oberbuchsiten ab und glaubt gewisse cylindrische, mit ringförmigen Anschwellungen versehene Stielglieder aus denselben Ablagerungen auf Plicatocrinus beziehen zu dürfen.

Darauf beschränkte sich bis jetzt unsere Kenntniss der Gattung Plicatocrinus, denn zwei liasische Formen: Pl. liasinus Quenst. und Pl. mayalis Desl. aus den Leptaenaschichten von May in Calvados[2]) gehören sicherlich zu einer anderen Gattung, welche sich zunächst an Cotylederma anschliessen dürfte.

Das mit Armen versehene Nusplinger Exemplar aus dem Stuttgarter Museum unterscheidet sich von Pl. hexagonus durch seine geringe Grösse, durch den Mangel einer kielartigen Kante in der Mitte der Radialia, welche dafür eine gerundete Anschwellung aufweisen, sowie durch die sehr fein gekörnelte Oberfläche. Diese Merkmale scheinen mir ausreichend, um das vorliegende Exemplar als

Plicatocrinus Fraasi. Zitt.

von der Form aus den Spongitenkalken zu unterscheiden.

---

1) Loriol P. de, Crinoides fossiles de la Suisse. Mém. de la Soc. paléont. de la Suisse. Vol. VI. 1877–79.

2) Bull. Soc. Lin. de la Normandie. 1859. III. Taf. VI. Fig. 3, 4.

Systematische Stellung der Gattung Plicatocrinus.

Graf Münster hatte sich über die zoologische Verwandtschaft seiner neuen Crinoideen-Gattung nicht geäussert. Quenstedt bespricht Plicatocrinus im Anschluss an Eugeniacrinus und auch P. de Loriol hebt die nahen Beziehungen zu den Eugeniacriniden hervor.

Ich habe (Handb. der Palaeontologie S. 387) für diese höchst eigenthümliche Gattung eine besondere Familie (Plicatocrinidae) errichtet und dieselbe zwischen die Holopidae und Apiocrinidae gestellt. Es lässt sich nicht läugnen, dass die Eugeniacrinidae durch die Verkümmerung der Basalia, durch die Verschmelzung des ersten Radialkranzes und durch den cylindrischen Stiel sich den Plicatocriniden nahe stellen, aber schon die Beschaffenheit und Anordnung der Kelchtäfelchen lässt eine Vereinigung der beiden Genera in derselben Familie nicht wohl zu. Die Differenzen zwischen Eugeniacrinus und Plicatocrinus treten noch schärfer hervor, wenn wir den Bau der Arme berücksichtigen. Bei den ersteren bestehen die 10 kurzen, eingerollten Arme aus dicken vierkantigen Gliedern, welche mit feinen Pinnulae besetzt und durch parallele Gelenkflächen verbunden sind (Zittel Handbuch I. S. 385); bei Plicatocrinus sind die Arme verlängert, die Gelenkverbindungen der Glieder schräg und alternirend, die Pinnula von ansehnlicher Grösse.

In meinem Handbuch der Palaeontologie (S. 387) hatte ich der Familie der Plicatocrinidae auch die lebende Gattung Hyocrinus Wyv. Thomson beigefügt und die Vermuthung ausgesprochen, dieselbe falle möglicherweise mit Plicatocrinus zusammen. Das schöne Exemplar von Pl. Fraasi bestätigt diese Vermuthung nicht, wohl aber zeigt sich sowohl im Bau des Kelches, als auch der Arme zwischen Plicatocrinus und Hyocrinus eine viel grössere Uebereinstimmung, als zwischen Hyocrinus und Platycrinus oder Dicho-

crinus, womit Wyv. Thomson seine neue Gattung vergleicht.[1]) Die Arme von Platycrinus bestehen aus wechselzeiligen oder zweizeiligen Gliedern, jene von Hyocrinus sind einzeilig, bei Platycrinus sind die Pinnulae sehr kurz und fein, bei Hyocrinus ungewöhnlich lang, so dass sie eher Seitenästen, als eigentlichen Pinnulis gleichen.

Im Gegensatz zu Plicatocrinus spalten sich die 5 Arme von Hyocrinus nicht in zwei gleiche Aeste, sondern senden zahlreiche lange Pinnulae aus, welche sämmtlich fast bis zur Endspitze der Hauptarme reichen, so dass also die in verschiedener Entfernung von der Basis der Arme entspringenden Pinnulae um diesen Abstand kürzer sind, als die tiefer stehenden. Damit lassen sich allerdings die einfachen, lanzettförmigen fiederstelligen Pinnulae von Plicatocrinus nicht vergleichen. Und wie die Pinnulae von Hyocrinus durch ihre ansehnliche Länge und ihre Zusammensetzung aus zahlreichen Gliedern sich von jenen der Gattung Plicatocrinus unterscheiden, so macht sich auch im Bau der Hauptarme eine auffällige Differenz geltend. Bei Plicatocrinus sind alle Armglieder durch Gelenke verbunden und tragen ohne Ausnahme Pinnulae, bei Hyocrinus dagegen ist jedes pinnulatragende Glied noch durch zwei Sizygialnähte abgetheilt und besteht somit aus drei Stücken.

Aus dem Vorhergesagten geht hervor, dass Hyocrinus in Bezug auf den Bau der Arme einen differenzirteren Typus darstellt als Plicatocrinus. Immerhin aber stimmen beide Gattungen hinsichtlich ihres Kelchbaues besser mit einander überein, als mit irgend einem anderen bis jetzt bekannten Crinoideen-Genus und dürften darum wohl derselben Familie zugetheilt bleiben.

Die Gattung Plicatocrinus bietet übrigens namentlich was den Bau der Pinnulae betrifft Eigenthümlichkeiten

1) Journal of the Linnean Society. London. Zoology 1876. Vol. XIII. p. 47 und The Voyage of the Challenger „The Atlantic" Vol. II. p. 95.

dar, wodurch sie sich von allen bis jetzt bekannten Crinoideen sehr bestimmt unterscheidet. Schon die eigenthümliche Gliederung der 4 unteren in je 3 Stücke ist auffällig und wenn sich dieselbe nicht an allen Armen wiederholte, würde ich die Gelenkflächen eher für Bruchlinien angesehen haben. Am auffälligsten sind jedoch die völlig ungetheilten aus einem einzigen Stücke bestehenden folgenden Pinnulae, welche sich morphologisch eher mit gewaltig entwickelten Saumplatten, als mit typischen Seitenästchen vergleichen lassen.

Herb. Carpenter[1]) hat vor kurzem darauf hingewiesen, dass sich die mesozoischen und jüngeren Crinoideen am constantesten durch die regelmässige Symmetrie ihrer Kelche von den Palaeocrinoideen unterscheiden. In dieser Hinsicht ist Plicatocrinus ein ächter Neocrinoide und auch in einem anderen Merkmal, nämlich in der Neigung, die Normalzahl 5 der Täfelchenreihen zu überschreiten, schliesst sich unsere Gattung an gewisse jüngere Formen wie Eugeniacrinus, Rhizocrinus und Tetracrinus an.

1) Contributions to the study of the British Palaeozoic Crinoids. I. on Allagecrinus. Annals and Magazine of nat. hist. 1881. April. S. 295.

Erklärung der Tafeln.

Taf. I.

Fig. 1. Plicatocrinus Fraasi. Zitt. Exemplar in natürlicher Grösse aus dem weissen Jura von Nusplingen, Würtemberg. (Das Original im Stuttgarter Museum.)

Fig. 2. Ein Arm stark vergrössert.
R^2 = Radiale secundum.
Br^1 = Brachiale primum.
Br^2. Br^3 = Brachiale secundum, tertium.
P = Pinnulae.

Fig. 3. Ein ungegliederter Seitenanhang der Armglieder vergrössert.

Taf. II.

Das Originalexemplar von Plicatocrinus Fraasi. Zitt. in doppelter natürlicher Grösse.

Herr Vogel trägt vor:

„Ueber Prof. Dr. E. Ebermayer's l
logie der Pflanzen. Berlin 188
Vorlage des Werkes."

Nachdem die berühmten Forschungen Liebig'
unter dem Namen „Mineraltheorie", auf die An
der Landwirthschaft den durchgreifendsten Einfl
nen, lag der Gedanke nahe, diese Ideen auch fü
nelle Bewirthschaftung des Waldes zur Geltung
Herrn Prof. Dr. E. Ebermayer ist es durch das
Werk gelungen, den innigsten Zusammenhang
den Produktionsgesetzen des Acker- und Waldba
Entschiedenste an der Hand wissenschaftlicher
nachzuweisen. Während über die Naturgesetze
baues seit Veröffentlichung der Mineraltheorie (1
Liebig's energische Bemühung in verhältnissmä
Zeit die umfangreichsten Kenntnisse verbreitet w
über die Produktionsgesetze der Waldbäume bis v
Jahren kaum die ersten Anfänge vor. Bei
chemischer Prinzipien in die Forstwirthschaft s
zu wiederholen, was schon der Gründer der A
chemie als einen schwierigen Theil, — als ein ve
Hinderniss seiner Aufgabe bezeichnet hat: er sollt
Landwirthen verständlich machen in einer Sprach
Angeredeten nahezu unbekannt war. „Eine Fing

, um chemische Begriffe zu versinnlichen, ähnlich
n sie Taubstummen gegenüber gebraucht, ist zur Zeit
icht erfunden." Dieser prinzipielle Missstand ist nun
ch überwunden, im wesentlichen Antheil Dank den
chen Bemühungen des Verfassers, welcher zur Ver-
g chemischer Kenntnisse auf dem Gebiete der Forst-
haft durch Schrift und Wort, als Forscher und
in dem Verlaufe eines Vierteljahrhunderts redlich
ine beigetragen. Der Verfasser des vorliegenden
s war durch eingehende Studien und durch seine
ngen auf forstlichen Excursionen zur Erkenntniss
, dass auch auf dem Gebiete der forstlichen Produk-
re eine Anwendung der agrikulturchemischen Dok-
gemacht werden könne und auch diese Wirthschafts-
sich naturwissenschaftlich erklären lassen. Hieraus
Verfasser Veranlassung genommen, seit einer Reihe
hren über Agrikulturchemie mit Rücksicht auf Forst-
haft Vorträge zu halten. Der Natur der Sache ge-
t jenen Stoffen besondere Aufmerksamkeit gewidmet,
Gegenstände forstlicher Nebennutzungen bilden, wie
arze, dem Gerbstoffe u. a. oder auch solchen, welche
ässig aus Waldprodukten dargestellt werden. Da
e Beschreibung der organischen Pflanzenbestandtheile
h einen wichtigen Theil der organischen Chemie
so hat der Verfasser den theoretischen Theil insoweit
licher behandelt, als es zum Verständniss der Grup-
der organischen Pflanzenbestandtheile und ihrer Be-
gen zu einander nothwendig erschien. Durch diese
zweckmässige Einrichtung ist vorliegendes Werk auch
rbuch der organischen Chemie für studierende Land-
rstwirthe mit Vortheil nutzbar geworden. Der Ver-
seit einer langen Reihe von Jahren, wie bekannt, mit
eichen und anerkannten chemischen Forschungen auf
ebiete forstlicher Produktionslehre beschäftigt, in

deren Folge das forstliche Versuchswesen in Bayern zu grösserer Ausdehnung gelangte, — durchdrungen von der Ueberzeugung, dass nur eine gründliche naturwissenschaftliche Bildung das Fundament rationeller Produktionslehre bilden könne — hat den wichtigsten Untersuchungs-Methoden, welche bei Pflanzenanalysen in Anwendung kommen, von seiner reichen Erfahrung geleitet, an den betreffenden Stellen Rechnung getragen. Hiedurch ist der Werth des Buches wesentlich erhöht, indem es in Folge dieses dankenswerthen Bemühens als vollkommen zweckentsprechend im agrikulturchemischen Laboratorium der kgl. Universität jetzt schon zur instruktiven Benützung bei chemisch praktischen Arbeiten dient. Der vorliegende Band liefert den 1. Theil der physiologischen Pflanzenchemie, welchem bei der bekannten glücklichen produktiven Thätigkeit des Verfassers wohl in Kurzem der 2. Theil folgen wird, die Lebensbedingungen, die Ernährungs- und Wachsthumgesetze der Ackergewächse und Waldbäume enthaltend. Die Reichhaltigkeit des 1. Bandes ergibt sich am deutlichsten, wenn wir die einzelnen Punkte, über welche der Leser hier gründlichen Aufschluss erhält, gedrängt zusammenfassen.

1. Ueber die Stoffe, welche in den Ackergewächsen und in den Waldbäumen producirt werden und am Aufbau ihres Körpers sich betheiligen.

2. Ueber die Vertheilung derselben im Organismus der Pflanzen und über die Organe, in welchen sie in grösserer Menge abgelagert werden.

3. Ueber die Methoden, welche man verwendet, um die vorherrschenden Bestandtheile des Pflanzenkörpers von einander zu trennen, zu isoliren und abzuscheiden und über die Mittel, welche zu ihrer Erkennung und quantitativen Bestimmung benützt werden.

4. Ueber die chemische Zusammensetzung, über die physikalischen Eigenschaften, dann über die wichtigsten Metamorphosen derselben im Pflanzenkörper und über ihre wesentlichsten Zersetzungsprodukte auf künstlichem Wege.

5. Ueber die Theorien, welche bis jetzt über die Bildungsweise der Hauptbestandtheile der Pflanzen aufgestellt wurden und über die physiologische Bedeutung derselben auf das Leben der Pflanze.

6. Ueber die Pflanzenerzeugnisse, welche bis jetzt künstlich dargestellt werden können.

7. Ueber den Werth der Pflanzenbestandtheile als Nahrungsmittel für Menschen und Thiere.

8. Ueber das Nährstoffbedürfniss der Ackergewächse und Waldbäume, über die Grösse der Ausfuhr der mineralischen Nährstoffe durch die Produkte des Feldes und Waldes und über die Mittel, um einer Erschöpfung des Acker- und Waldbodens durch die Kultur vorzubeugen.

9. Ueber die Methoden, welche man anwendet, um das Nährstoffbedürfniss der Kulturgewächse und Waldbäume festzustellen.

10. Ueber die Zersetzungen, welche die Pflanzen nach ihrem Tode erleiden.

Herr Emil Fischer theilt mit und bespricht eine Abhandlung von J. Brandl:

„Ueber die chemische Zusammensetzung der Mineralien der Kryolithgruppe."

Die bisherigen chemischen Untersuchungen über die Mineralien der Kryolithgruppe sind in mehrfacher Beziehung lückenhaft und unzuverlässig, weil die Beschaffung von grösseren Mengen reinen Materials ausserordentlich schwierig ist und die benützten analytischen Methoden besonders zur Bestimmung des Fluors zum Teil wenig Vertrauen verdienen. Von Herrn P. Groth in Strassburg aufgefordert, diese Lücke auszufüllen, hat Herr Emil Fischer mich zur Ausführung der nachfolgenden Analysen veranlasst. Dieselben umfassen die Mineralien: Kryolith, Pachnolith, Thomsenolith, Ralstonit und Chiolith. Im Anschlusse an diese wurde endlich auch der mit der Kryolithgruppe verwandte Prosopit untersucht. Sämmtliches Material wurde mir von Herrn P. Groth zur Verfügung gestellt.

Die von ihm ausgeführte krystallographische Untersuchung und sorgfältige Auslese der einzelnen Stücke gibt für die Reinheit der Mineralien die beste Garantie.

Gang der chemischen Analyse.

Zur Bestimmung der Basen wurde das feingepulverte Mineral durch Abdampfen mit conc. Schwefelsäure aufge-

schlossen und aus der sauren Lösung in der üblichen Weise die Thonerde durch Ammoniak, der Kalk durch oxalsaures Ammoniak gefällt, und die Alkalien als schwefelsaure Salze bestimmt. Waren grössere Mengen von Magnesia vorhanden, so geschah ihre Trennung von den Alkalien durch gelindes Glühen der Chloride mit Quecksilberoxyd.

Zum Eindampfen der Lösungen wurden ausschliesslich Platingefässe benützt.

Für die Bestimmung des Fluors habe ich die von Fresenius [1]) modifizirte Wöhler'sche Methode benützt, welche sich durch die Leichtigkeit der Ausführung und Schärfe der Resultate auszeichnet. Der von ihm empfohlene Apparat wird zweckmässig in folgender Weise abgeändert: Statt der U-förmigen Röhre mit wasserfreiem Kupfervitriol wird eine Röhre mit Glaswolle und statt der Eisenplatte zur Erwärmung des Entwicklungskolbens ein Oelbad verwendet. Die Zuverlässigkeit der Methode habe ich durch besondere Versuche mit reinem Kryolith und mit fluorfreien Substanzen bei verschiedenen Temperaturen (von 150°—180°) geprüft.

Zur Bestimmung des Wassergehalts wurde das Mineral in einer schwer schmelzbaren Kugelröhre unter Zusatz von Bleioxyd erhitzt und die Wasserdämpfe in einem gewogenen Chlorcalciumrohr aufgefangen.

Kryolith.

Die Zusammensetzung des derben Kryoliths ist längst bekannt. Analysen des krystallisirten Minerals wurden erst im Jahre 1875 von Wöhler ausgeführt. Von seinem Material ist jedoch nicht nachgewiesen, dass es identisch war mit den von Websky [2]) und Dana [3]) gemessenen Krystallen. Das

1) Fresenius Zeitschr. f. analyt. Ch. S. 190.
2) Jahrb. f. Mineralog. 1867, 810.
3) Mineralogy S. 126.

zur nachstehenden Analyse dienende Material ist von Herrn P. Groth krystallographisch untersucht. Die Messungen stimmten genau mit den Resultaten von Krenner [1]) überein, nach denen das Mineral dem monosymmetrischen System angehört.

Die Analyse ergab folgende Zahlen:

gefunden:		für die Formel berechnet:
I.	II.	
Al 13,01%	13,05%	13,03
Na 32,41 „	32,27 „	32,79
Fl 54,29 „	54,40 „	54,18
99,71	99,72	100,00

daraus ergibt sich die Formel: $Al\,Fl_3 + 3\,Na\,Fl$.

Die Krystalle zeigen also genau dieselbe Zusammensetzung wie der derbe Kryolith.

Pachnolith und Thomsenolith.

Unter dem Namen „Pachnolith" beschrieb A. Knop [2]) zweierlei Krystalle, grosse rechtwinkelig parallepipedische und kleine dünne Prismen von 81°, welche er nach ihrem physikalischen und chemischen Verhalten für identisch hielt. Bei der Analyse der prismatischen Varietät erhielt er folgende Zahlen: Al 13,14 — Ca 17,25 — Na 12,16 — H_2O 9,60, Fl 50,79 und leitet daraus die Formel ab:

$$3 \left\{ \begin{matrix} {}^3/_5\,Ca \\ {}^2/_5\,Na \end{matrix} \right\} Fl + Al_2Fl_3 + 2\,HO \text{ (alte Atomgewichte)},$$

welche indessen zum Teil stark abweichende Werte verlangt. Später analysirte Hagemann [3]) dieselben prismati-

1) Jahrb. f. Min. 1877, 504.

2) Ann. Chem. Pharm. 127, 61. — Jahrb. Min. 1863, 829. — Bull. soc. chim. VI. 139.

3) Americ. J. of Sc. 41, 119 — 42, 90; J. pr. Ch. 101, 382. — Jahrb. Min. 1866, 833.

schen Krystalle und erhielt dabei nachstehende Zahlen:

Al 10,37 — Ca 17,44 Na 12,04 H_2O 8,63 Fl 51,15

ausserdem analysirte er noch die erste Varietät des Knopschen Pachnoliths mit folgenden Resultaten: Al 14,27 — Ca 14,51 Na 7,15 — H_2O 9,7 Si 2,00 Fl 50,08. Den letzteren Körper untersuchte Dana krystallographisch und nannte ihn Thomsenolith, zum Unterschied von dem prismatisch krystallisirten Pachnolith, welcher von Descloizeaux gemessen wurde. Der Pachnolith wurde 1875 nochmals von Wöhler [1]) analysirt; nach den erhaltenen Zahlen: Al 14,43 — Ca 17,84 — Na 10,75 — H_2O 8,20 — Fl 49,78 (aus dem Verlust), betrachtet er das Mineral als einen wasserhaltigen Kryolith, in welchem $^2/_3$ des Natriums durch Calcium ersetzt sind und stellt die Formel auf:

$$Al_2\ fl_3 \left\{ \begin{matrix} Na\ Fl \\ 2\,CaFl \end{matrix} \right\} + 2\ HO \text{ (alte Atomgewichte).}$$

Schliesslich untersuchte noch König [2]) die beiden als Thomsenolith und Pachnolith unterschiedenen Mineralien analytisch und kommt zu dem Schlusse, dass beide zu vereinigen seien.

Alle diese Analysen beziehen sich aber nur auf das eine der beiden durch Krystallform und chemische Zusammensetzung scharf unterschiedenen Mineralien, nemlich auf Thomsenolith. Die von Descloizeaux gemessenen dünnen Prismen, für welche der Name Pachnolith beibehalten wird, enthalten kein Wasser und besitzen die Zusammensetzung: $Al\,Fl_3 . Na\,Fl . Ca\,Fl_2$. Hievon unterscheidet sich der von Dana gemessene Thomsenolith durch den Mehrgehalt von 1 Molekul Wasser. Derselbe hat die Formel: $Al\,Fl_3 + Ca\,Fl_2 + Na\,Fl + H_2O$, welche mit der von Wöhler für seinen sogenannten Pachnolith aufgestellten identisch ist.

1) Kgl. Gesellsch. d. Wissensch. z. Göttingen 1875, No. 23. — Ann. Ch. Ph. 180, 231. — Jahrb. Mineralog. 1876, 58.

2) Proced. Acad. Philadelphia 1876. — Jahrb. Min. 1876, 662.

Pachnolith.

Der eigentliche Pachnolith bildet kleine, stets sehr dünne monosymmetrische Nadeln, welche meist, wie schon Descloizeaux nachgewiesen, zu Zwillingen von anscheinend rhombischem Habitus vereinigt sind. Das Mineral findet sich in den Hohlräumen von Thomsenolith, jedoch stets in sehr kleiner Menge. Zur Analyse dienten die reinen Krystalle, welche von Herrn P. Groth mit grosser Mühe gesammelt und sämmtlich krystallographisch geprüft waren. Das Material reichte nur für eine vollständige Analyse aus:

gefunden:		Die Formel $AlFl_3 + CaFl_2 + NaFl$ verlangt:
Al	13,606 %	13,41
Ca	18,83 „	19,57
Na	11,73 „	11,25
Fl	55,69 „	55,77
	99,856	100,00

Thomsenolith.

Der Thomsenolith zeigt unter allen Kryolithmineralien die grösste Mannigfaltigkeit im Ansehen, welcher Umstand hauptsächlich die früheren Verwechselungen mit Pachnolith verursacht hat. Das von mir analysirte Material bestand aus farblosen, ganz durchsichtigen von Herrn P. Groth gemessenen, rechtwinkelig parallelepipedischen Krystallen. Die Analysen von drei verschiedenen Präparaten, von welchen das dritte magnesiumfreie am reinsten war, ergaben folgende Zahlen:

	I.	II.	III.
Al	13,04 %	13,00 %	13,26 %
Ca	17,22 „	17,21 „	17,22 „
	(17,87) „	(17,54) „	—
Mg	0,39 „	0,20 „	—
Na	10,02 „	10,49 „	10,43 „
Fl	50,65 „	50,62 „	50,61 „
H_2O	8,48 „	8,33 „	8,42 „
	99,80	99,85	99,94

Die für Calcium in Klammern gesetzten Prozentzahlen sind die Summe der gefundenen und der aus der Magnesia auf Calcium umgerechneten Mengen.

Aus diesen Zahlen lässt sich für das Mineral folgende Formel ableiten: $Al\,Fl_3 + Ca\,Fl_2 + Na\,Fl + H_2O$, wie die Zusammenstellung der gefundenen und berechneten Werte zeigt:

Mittel aus den obigen 3 Analysen:		Berechnung nach der Formel:
Al	13,10%	12,32%
Ca	17,54 „	17,98 „
Na	10,31 „	10,34 „
Fl	50,63 „	51,26 „
H_2O	8,41 „	8,10 „
	99,99	100,00

Die Uebereinstimmung ist allerdings keine vollkommene; die Differenzen zwischen den gefundenen und berechneten Zahlen für Aluminium und Fluor sind beträchtlicher, als die erlaubten analytischen Fehler; es gewinnt darnach den Anschein, dass ein kleiner Teil von Fluoraluminium durch Aluminiumoxyd oder Aluminiumhydroxyd isomorph vertreten ist. Als ernstlichen Einwand gegen die Berechtigung obiger Formel wird man jedoch diese kleinen Abweichungen nicht betrachten dürfen.

Ralstonit.

Dieses in regulären Oktaëdern krystallisirte sehr seltene Kryolithmineral wurde im Jahre 1871 von G. J. Brush [1]) entdeckt. Die erste von Nordenskiöld [2]) im Jahre 1874 angestellte Analyse (mit 0,2 gr) gab folgende Zahlen: Al 22,94 — Ca 1,99 — Mg 5,52 — Na 4,66 — H_2O 14,84; ferner Spuren von Kalium und Phosphorsäure. Berechnet

1) Sillim. Americ. J. 1871, No. 7 pag. 30.
2) Appendix zu Dana's Mineralogie.

man den Rest von 50,05% als Fluor, so reicht diese Menge nicht aus, um alle Basen zu sättigen; Nordenskiöld nahm deshalb an, dass das Mineral Sauerstoff enthalte.

Der Ralstonit kommt in Verbindung mit Thomsenolith und Eisenspath vor. Aus einem solchen Gemenge ist es Herrn P. Groth gelungen, 0,5 gr ganz reiner Krystalle zu isoliren. Die damit angestellte Analyse gab mir folgende Werte:

Al	22,14 %	entsprechen	46,05 Fl
Ca	1,53 „		1,45 „
Mg	3,56 „		5,62 „
Na	5,504 „		4,55 „
Fl	57,12 „		57,67 Fl
H_2O	10,00 „		
	99,85		

Man sieht hieraus, dass die gefundene Fluormenge gerade zur Sättigung der Basen ausreicht, mithin die Vermuthung von Nordenskiöld, ein Teil derselben sei an Sauerstoff gebunden, nicht begründet ist.

Aus den vorliegenden Zahlen ergiebt sich folgendes Atomverhältniss der einzelnen Elemente. Die erste Columne enthält die direkt berechneten Zahlen; in der zweiten Vertikalreihe sind Calcium und Magnesium auf Natrium umgerechnet, unter der Annahme, dass diese 3 Metalle sich in dem Mineral isomorph vertreten. Die dritte Columne enthält endlich die auf ganze Zahlen abgerundeten Atomverhältnisse.

Atomverhältnisse

	gefunden: I.	II.	abgerundet: III.
Al	0,808	0,808	4
Ca	0,038	0,076	
Mg	0,148	0,296	
		0,239	
Na	0,239	0,611	3
Fl	3,006	3,006	15
H_2O	0,555	0,555	3

Daraus ergibt sich für den Ralstonit die Formel:

$$4\ Al\ Fl_3 + 3\ Na\ (Mg\ Ca)\ Fl + 3\ H_2O,$$

welche bedeutet, dass ein Teil des Natriums durch Magnesium und Calcium isomorph vertreten ist.

Chiolith.

Der Chiolith wurde zuerst bei Miask im Ural als derbe mit Kryolith verbundene Masse gefunden. Die beiden ältesten Analysen des Minerals von Herman [1]) und Chodnew [2]) geben stark abweichende Resultate. Der erste findet die Zusammensetzung $3\ Na\ Fl + 2\ Al\ Fl_3$, der zweite die Formel $2\ Na\ Fl + Al\ Fl_3$. Rammelsberg [3]) wiederholte desshalb später die Analysen mit zwei verschiedenen Sorten von Chiolith. Da er hierbei ebenfalls stark abweichende Zahlen erhielt, so kam er zum Schluss, dass der Chiolith von Herman und von Chodnew zwei verschiedene Mineralien seien, von welchen das letztere den Namen Chodnewit erhalten und die obige Formel $2\ Na\ Fl + Al\ Fl_3$ besitzen solle. Beide Mineralien hatte er jedoch ebenso wie seine Vorgänger nur in derben Stücken unter Händen. Erst 13 Jahre nach Rammelsbergs Untersuchungen gelang es Kokscharow den Chiolith in durchsichtigen farblosen Krystallen aufzufinden und krystallographisch zu bestimmen.

Ein solches Originalstück Kokscharows wurde mir durch die gütige Vermittlung von Herrn P. Groth zur Verfügung gestellt. Dasselbe diente zur Analyse I. Die zweite Analyse wurde mit noch schöner krystallisirtem, ganz einheitlichem Material aus der Sammlung der Bergschule in

---

1) J. pr. Ch. 27, 188. — Berzelius Jahrb. XXVII, 230.

2) Verhandlg. d. k. russ. min. Ges. zu St. Petersburg 1845 bis 1846, 208.

3) Pogg. Ann. 74, 314. — J. pr. Ch. 45, 455.

St. Petersburg (von Herrn Prof. Jeremějew an Herrn P. Groth gesandt) ausgeführt.

Aus den erhaltenen Zahlen, welche bei beiden Analysen sehr gut übereinstimmen, berechnet sich für den Chiolith die Formel $3\,Al\,Fl_3 + 5\,Na\,Fl$.

I.	II.	Berechnet nach der Formel:
Al 17,66%	17,64%	17,75%
Na 24,97 „	25,00 „	24,83 „
Fl 57,30 „	57,30 „	57,42 „
99,93	99,94	100,00

Dieselben stehen in der Mitte zwischen den beiden von Rammelsberg für Chiolith und Chodnewit aufgestellten Formeln. Es folgt daraus, dass der von Rammelsberg analysirte derbe Chiolith durch andere Mineralien, vielleicht durch Kryolith, verunreinigt war; ferner wird dadurch die Existenz des Chodnewits, welchen Rammelsberg nur auf Grund seiner mit derben Stücken ausgeführten Analyse als besonderes Mineral unterscheidet, im höchsten Grade zweifelhaft.

Prosopit von Altenberg in Sachsen.

Der Prosopit wurde von Th. Scherer[1]) entdeckt. Seine einzige Analyse ergab folgende Zahlen: $Al_2\,O_3$ 42,68 — Ca 22,98 — MnO 0,31 — MgO 0,25 — H_2O 15,5. Das Fluor wurde nicht bestimmt. Dagegen gibt Scherer an, dass das Mineral noch 10,71% Fluorsilizium enthalte. Den qualitativen Nachweis des Siliziums hat er indessen nicht geliefert, sondern sich damit begnügt, den Glühverlust des Minerals zu bestimmen und nach Abzug des direkt bestimmten Wassers die Differenz als Fluorsilizium in Rechnung zu stellen. Diese Calculation ist durchaus unzulässig, da be-

1) Pogg. Ann. 90, 315 — 101, 361; Jahrb. f. Min. 1864, 189.

kanntlich alle wasserhaltigen Fluoride auch ohne Siliziumgehalt beim Glühen einen Teil ihres Fluors als Fluorwasserstoff verlieren. Ich habe mich vergebens bemüht, in dem Proposit das Silizium qualitativ nachzuweisen, muss allerdings dabei gestehen, dass wir für diese Zwecke bisher keine ausreichende analytische Probe besitzen.

Das Resultat meiner mit wasserhellen, vollkommen frischen Krystallen (aus der Mineraliensammlung der Universität Strassburg) angestellten quantitativen Analyse, bei welcher alle Basen, das Wasser und das Fluor direkt bestimmt wurden, spricht dagegen entschieden für die Abwesenheit von Silizium; denn der Verlust entspricht genau der Menge Sauerstoff, welche mit Fluor zusammen zur Sättigung der Basen nötig ist. Wäre noch Silizium in dem Mineral vorhanden, so würde die Berechnung beträchtlich mehr als 100% geben. Die gefundenen Zahlen sind:

Al	23,37%
Ca	16,19 „
Mg	0,11 „
Na	0,33 „
Fl	35,01 „
H_2O	12,41 „
	87,42
Verlust als Sauerstoff berechnet:	12,58
	100,00

In der folgenden Zusammenstellung ist die gefundene Fluormenge in der Art auf die Basen verteilt, dass die ersten drei vollkommen, das Aluminium nur teilweise, gesättigt sind. Es bleiben dann von dem gefundenen Aluminium noch 14,15% übrig, welche auf Oxyd berechnet 26,55% geben. Stellt man den letzteren Wert sammt den übrigen gefundenen Zahlen in Rechnung, so ergibt sich die Summe von 99,82%.

Ca	16,19%	entsprechen	15,38	Fl
Mg	0,11 „		0,17	
Na	0,33 „		0,27	
Al	9,22 „		19,19	
Al_2O_3	26,55 „		35,01	= gef. Fluor
Fl	35,01 „			
H_2O	12,41 „			
	99,82			

Aus den obigen Zahlen ergibt sich das Atomverhältniss der verschiedenen Elemente, wie folgt:

		Atomverhältnisse:
Al	23,37%	0,853
Ca	16,19 „	0,405
Mg	0,11 „	0,004
Na	0,33 „	0,014
Fl	35,01 „	1,842
H_2O	12,41 „	0,689
O	12,58 „	0,786

Betrachtet man die kleinen Mengen von Magnesium und Natrium als isomorphe Vertreter des Calciums und berechnet sie dem entsprechend, so erhält man für Calcium statt 0,405 den Wert 0,417. Da ferner Sauerstoff und Wasser annähernd in dem Verhältniss 1 : 1 stehen, so kann die Summe derselben als Hydroxyl in Rechnung gestellt werden. Man erhält dann folgende Zahlen, welche auf den Calciumgehalt als Einheit umgerechnet die Werte der zweiten Columne geben:

	I.	II.
Al	0,853	2,04
Ca	0,417	1,00
Fl	1,842	4,42
H_2O	1,470	3,53

Die Summe von Fluor und Hydroxyl in der 2. Reihe ist = 7,95 also beinahe = 8. Macht man jetzt weiter die nicht unwahrscheinliche Annahme, dass Fluor und Hydro-

xyl sich isomorph vertreten können, so würde sich für den Prosopit die Formel: $Ca(Mg\ Na)Al^2(Fl\ OH)^8$ ableiten lassen. Die Uebereinstimmung der aus der Formel berechneten und der gefundenen Zahlen ist gross genug, um diese Betrachtung zu rechtfertigen. Dass das Wasser in dem Prosopit nicht die Rolle von Krystallwasser spielt, wird sehr wahrscheinlich durch die Beobachtung, dass das Mineral bei 260° noch keinen Gewichtsverlust erleidet.

Herr C. v. Voit theilt die Hauptresultate einer von Herrn Dr. Ludwig Feder im physiologischen Institute ausgeführten Untersuchung mit:

„Ueber den zeitlichen Verlauf der Zersetzungen im Thierkörper".

Nachdem die Grösse der Zersetzung des Eiweisses und der stickstofffreien Stoffe im Thierkörper während 24 Stunden unter verschiedenen Umständen festgestellt war, schien es von Bedeutung zu sein, einen näheren Einblick in den zeitlichen Verlauf dieser Prozesse zu gewinnen und den Gang des Umsatzes von Stunde zu Stunde durch Ermittlung der in den Exkreten enthaltenen Elemente zu verfolgen. Es war zu hoffen, dadurch die Erklärung jener Vorgänge sicherer zu stellen und weiter zu fördern.

Ich habe schon vor fast 25 Jahren diesen Weg betreten, indem ich bei einem Menschen nach reichlicher Aufnahme von Fleisch die stündliche Harnstoffausscheidung (nach Liebig) während eines Tages bestimmte. Später suchte Panum die Ausnützung verschiedener stickstoffhaltiger Nahrungsmittel im Darmkanal bei männlichen Hunden, deren Harnblase er stündlich katheterisirte, durch Titrirung des Harnstoffs zu ermitteln. Falk untersuchte an hungernden oder mit reinem Fleisch gefütterten Hunden von Stunde zu Stunde die Menge des im Harn enthaltenen Harnstoffs (nach Liebig), erhielt aber mit den Resultaten Anderer nicht ganz übereinstimmende Werthe; er wandte zuerst weibliche

Hunde an, welche er nach Spaltung der Scheide leicht katheterisiren konnte. Am Menschen hat endlich auch J. Forster einen Versuch über den Gang der vierstündigen Abscheidung von Harnstoff und Phosphorsäure ausgeführt.

Es ist für das Resultat zunächst maassgebend, in welcher Zeit die in den Darm gebrachten Nahrungsstoffe in die Säfte eintreten und von da zu den Geweben gelangen, in denen die Zersetzung stattfindet. Man erfährt selbstverständlich aus solchen Versuchen nichts Genaueres über die Grösse der Resorption im Darm, da das Resorbirte nicht immer sofort zersetzt wird; man vermag nur in gewissen Fällen zu schliessen, dass mindestens so viel Material, als in den Exkreten ausgeschieden worden ist, auch zur Resorption gelangt sein musste. Nach der Resorption kann ein Theil der resorbirten Stoffe alsbald und ohne weitere Veränderung durch die Niere wieder abgegeben werden, so z. B. gewisse anorganische Bestandtheile der Nahrungsmittel; die meisten organischen Stoffe werden dagegen bekanntlich nicht als solche entfernt, sondern erleiden vorerst einen mehr oder weniger eingreifenden Zerfall. Für die Ausscheidung der in letzteren enthaltenen Elemente kommt es darauf an, wie lange Zeit es währt, bis der Umsatz von den ursprünglichen complizirten Verbindungen zu den einfachen Ausscheidungsprodukten vorgeschritten ist: der Stickstoff muss wahrscheinlich allerlei Vorstufen des Harnstoffes durchlaufen, der Schwefel zum Theil durch die Thätigkeit der Leber in das Taurin der Galle eintreten, von da wieder in den Darm übergehen, abermals in die Säfte aufgenommen und dann dorten weiter verändert werden.

Herr Dr. L. Feder hat es unternommen, die hier vorliegenden Fragen zu beantworten. Er benützte wie Falck einen weiblichen Hund, der von 2 zu 2 Stunden katheterisirt wurde; derselbe sollte zunächst beim Hunger, nach Zufuhr verschiedener Mengen reinen Fleischs, dann unter

Zusatz von stickstofffreien Stoffen zum Fleisch, ferner nach Aufnahme von einigen Salzen, von Wasser etc. etc. auf die Ausscheidung des Stickstoffs, Schwefels und Phosphors im Harn, sowie des Kohlenstoffs im Athem untersucht werden.

Es sind solche Versuche äusserst mühselig und langwierig, da jeder derselben doch mindestens zwei Mal gemacht und jedes der genannten Elemente in jeder Periode des 24stündigen Versuchs womöglich doppelt bestimmt werden muss. Es ist aber staunenswerth, wie gleichmässig die Zersetzungen im Organismus bei gleichen Bedingungen verlaufen, so dass man den Eindruck einer regelmässig arbeitenden Maschine erhält.

Ich theile hier die Ergebnisse einiger solcher Versuchsreihen mit.

Beim hungernden Thier ist, wenn einmal die tägliche Stickstoffausscheidung gleichmässig geworden ist, auch die Quantität des Stickstoffs und der Phosphorsäure im Harn in den einzelnen Perioden des Tages bis auf geringe, wohl von der ungleichmässigen Sekretion in der Niere herrührenden Schwankungen, die gleiche. Das Verhältniss des Stickstoffs zur Phosphorsäure im Harn ist desshalb in den einzelnen Tagesperioden beim Hunger etwas wechselnd. Paul Bert hat angegeben, dass die stündliche Stickstoffausscheidung beim hungernden Menschen durchaus nicht constant sei, sondern zu gewissen Tageszeiten, ähnlich wie bei Aufnahme von Nahrung, Verschiedenheiten zeige. Bei dem schon längere Zeit hungernden Hunde kann wenigstens ein solches Verhalten und die Einwirkung ganz unbekannter Einflüsse auf die Zersetzung nicht nachgewiesen werden.

Nachdem somit dargethan war, dass die stündliche Ausscheidung ohne Zufuhr von Nahrung eine gleichmässige ist, durften die unter der Einwirkung gewisser Stoffe eintretenden Schwankungen auf diese zurückgeführt werden.

Reicht man dem Thiere reines Fleisch, so tritt alsbald eine gewaltige Aenderung der Stickstoffcurve auf; sie beginnt sofort stark anzusteigen, um in 5—6 Stunden ihr Maximum zu erreichen und dann wieder allmählich abzufallen.

Aus dieser so ungemein rasch sich entwickelnden Steigerung der Eiweisszersetzung nach Zufuhr von Eiweiss, wobei in 6 Stunden über 30% der Menge des letzteren zerstört sind, wird meine Anschauung über das Material, welches im Organismus dem Zerfall anheimfällt, sehr unterstützt und wahrscheinlich gemacht. Darnach ist es im Wesentlichen nicht das Organisirte, welches durch das Hineingelangen von neuem gelöstem Eiweiss in die Säfte auf völlig räthselhafte Weise verdrängt wird und dann in seine Componenten zerfällt, sondern es ist vielmehr das gelöste Eiweiss, das unter den in den Zellen gegebenen Bedingungen zerlegt wird, bis die Fähigkeit und Kraft der Zellen, chemische Verbindungen zu spalten, erschöpft ist.

Setzt man die Quantität des im Tag zersetzten Eiweisses zu 100 an und sieht zu, wieviel davon von Stunde zu Stunde zerstört wird, so ergiebt sich, dass nach Einführung verschiedener Fleischmengen die so gewonnenen prozentigen Curven innerhalb gewisser Grenzen die gleichen sind; nur bei Aufnahme sehr grosser Quantitäten von Fleisch treten Abweichungen ein, hervorgerufen dadurch, dass der Darm das übermässige Material nicht mehr in der nämlichen Zeit wie früher zu resorbiren vermag oder die Zellen das Resorbirte nicht mehr vollständig zersetzen können.

Man weiss aus den im Ludwig'schen Laboratorium ausgeführten Versuchen von Schmidt-Müllheim annähernd, wieviel Eiweiss aus Fleisch im Darmkanal des Hundes von Stunde zu Stunde zur Resorption gelangt. Der Vergleich der Resorptionscurven und der Zersetzungscurven lehrt, dass

bei Beginn des Versuchstages in den ersten Stunden nach der Fleischzufuhr ein beträchtlicher Theil des resorbirten Eiweisses nicht zersetzt wird, sondern zum Ansatz kommt; dieser Ansatz beträgt in den ersten 2 Stunden etwa 25% der verzehrten Eiweissmenge, von welcher in dieser Zeit 36% resorbirt und nur 9% zerstört werden. In der Mitte der Zeit, 3 bis 13 Stunden nach der Nahrungsaufnahme, halten sich Resorption und Zersetzung nahezu das Gleichgewicht; in den letzten Stunden des Versuchstages gehen beim Zustande des Stickstoffgleichgewichtes die anfangs aufgespeicherten Eiweissquantitäten wieder zu Verlust, so dass sich in diesem Falle der Organismus trotz der grossen stündlichen Schwankungen in der Zersetzung doch schliesslich auf seinem Eiweissbestande erhält.

Die Verfolgung der Schwefel- und Phosphorsäureausscheidung im Harn zeigt, dass für diese Stoffe das Maximum früher als für den Stickstoff, schon 4 Stunden nach der Einfuhr des Fleisches, eintritt; es wird namentlich die Phosphorsäure des letztern rasch aus dem Körper entfernt. Die Schwankungen sind hier in den einzelnen Versuchen etwas grösser als beim Stickstoff. Man muss dabei bedenken, dass die Phosphorsäure sofort nach der Lösung des Eiweisses des Fleisches aus den Säften ausgeschieden werden kann.

Das Verhältniss von Schwefel und von Phosphor zum Stickstoff ist an den verschiedenen Stunden des Tages ein ungemein wechselndes. Man hat gemeint, man wäre einfach aus der Ermittlung der Relation der Phosphorsäure zum Stickstoff in einer beliebigen Harnprobe im Stande, auf die Organe, welche dem Zerfall unterlegen sind, Rückschlüsse zu machen. Man dachte z. B. bei einem Vorwalten der Phosphorsäure an einen beschleunigten Untergang der Gehirnmasse, wegen ihres Gehaltes an dem phosphorsäurereichen Lecithin. Es ist aber klar, dass jenes Ver-

hältniss Schwankungen zeigen muss je nach dem Gehalt der Nahrung an Phosphorsäure und an Stickstoff, je nach der Betheiligung der so bedeutenden, an Phosphorsäure reichen Knochenmasse an dem Stoffwechsel, je nach dem Grad und der Zeit der Ausnützung der Phosphorsäure und des Eiweisses im Darm, und je nach der Zeit der Ausscheidung der Phosphorsäure und des Stickstoffes im Harn (siehe hierüber: Voit, in Hermann's Handbuch der Physiologie Bd. 6. Th. 1. S. 79—81). Die stündlichen Schwankungen des Verhältnisses jener Stoffe sind bei den Versuchen Feder's so gross, dass sie unmöglich aus einem ungleichen Verlust an Gehirnsubstanz, wenn man auch einen solchen, der durch nichts erwiesen ist, annehmen will, erklärt werden können; eine Abgabe von 30% der Gehirnsubstanz bei einem 20 Kilo schweren Hunde bringt im Tagesverhältniss noch keine Aenderung hervor.

Setzt man dem reinen Fleisch kleine Dosen von basisch phosphorsaurem Natron zu, so wird dies rasch im Harn wieder abgeschieden; in 2 Stunden sind schon 30% desselben, in 10 Stunden die ganze Menge aus dem Körper entfernt. Von dem dem Fleisch beigemischten Chlornatrium wird dagegen anfangs, zur Zeit der stärksten Magenverdauung, ein Theil, wie es scheint, zurückgehalten, also offenbar zur Magensaftabsonderung verwendet. Die beiden Salze üben auch einen Einfluss auf die Stickstoffausscheidung aus: sie bringen nämlich in der Vertheilung der stündlichen Stickstoffabgabe eine Aenderung hervor, so dass in den ersten Stunden mehr, in den letzten weniger Stickstoff zum Vorschein kommt; dieselbe Wirkung zeigt sich auch in der Ausscheidung der Phosphorsäure, nicht aber in der des Schwefels.

Fügt man dem Fleisch Fett zu, so ergiebt sich eine auffallende und wichtige Veränderung in der Curve der Stickstoffausscheidung, ebenso in der des Schwefels und der

Phosphorsäure. Es fällt hier nämlich der nach Fütterung mit reinem Fleisch steil aufsteigende Gipfel der Curve weg und die Ausscheidung jener Stoffe, namentlich des Stickstoffs und des Schwefels, vertheilt sich gleichmässiger auf die Tagesstunden.

Um die volle Wirkung des Fettes hervorzubringen, muss im Verhältniss zum Fett eine gewisse Quantität von Fleisch gegeben werden; die absolute Menge von Fett allein, oder die absolute Menge von Fleisch allein ist hiefür nicht bestimmend. Es war bei 3 Versuchen das Verhältniss von Fleisch und Fett Folgendes:

1) 400 Fleisch + 150 Speck (2,7 : 1)
2) 500 Fleisch + 150 Speck (3,3 : 1)
3) 500 Fleisch + 200 Speck (2,5 : 1)

Dabei war im ersten Falle die Fettwirkung am deutlichsten ausgesprochen; im dritten Falle, obwohl dabei absolut und relativ mehr Fett gereicht wurde, weniger; im zweiten Falle am geringsten.

Es rührt diese Aenderung in der Gestalt der Curven wohl kaum von einer länger ausgedehnten Resorptionszeit im Darm her, sondern vielmehr von einer protrahirten Zersetzung des Eiweisses bei Gegenwart des Fettes und einer Vertheilung desselben auf einen längeren Zeitraum.

Es ist diese Thatsache, wie man leicht erkennt, von nicht minder hoher Bedeutung für die Vorgänge der Ernährung wie die der Verminderung der Gesammtzersetzung durch das Fett, namentlich für den Arbeiter. Bei Zufuhr von reinem Fleisch ist die Fluth des Eiweissumsatzes in wenigen Stunden verlaufen und Ebbe eingetreten; der Zusatz von Fett zum Fleisch macht den Zerfall des Eiweisses für eine grössere Anzahl von Stunden während des Tages gleichmässig, so dass die daraus resultirende lebendige Kraft während längerer Zeit in gleicher Intensität zur Verfügung steht.

Es ist mit den vorstehenden Versuchen ein neues Ge-
et der Erkenntniss der Stoffwechselvorgänge im Thier-
rper aufgeschlossen, das noch reiche Ausbeute verspricht;
e Schwierigkeiten der Methode sind völlig überwunden
nd die bis jetzt erhaltenen Resultate sind der Art, dass
och viele weitere Fragen sich stellen lassen, mit deren
ösung Herr Dr. Feder beschäftigt ist.

Verzeichniss der eingelaufenen Büchergeschenke.

Von der naturhistorischen Gesellschaft in Hannover:

29. und 30. Jahresbericht für die Jahre 1878—80. 1880. 8⁰.

Von der deutschen geologischen Gesellschaft in Berlin:

Zeitschrift. Bd. 33. 1881. 8⁰.

Von der Kaiserlichen Normal-Aichungs-Kommission in Berlin:

Metronomische Beiträge Nr. 3. 1881. Fol.

Von der naturforschenden Gesellschaft in Bern:

Mittheilungen. Jahrgang 1880. 1881. 8⁰.

Von der Schweizerischen Gesellschaft für die gesammten Naturwissenschaften in Bern:

a. Verhandlungen, Jahrgang 1880 (deutsch und französisch). Lausanne 1881. 8⁰.
b. Neue Denkschriften. Bd. XXVIII. Basel 1881. 8⁰.
c. Mittheilungen 1881. 1881. 8⁰.

Vom naturwissenschaftlich-medizinischen Verein in Innsbruck:

Berichte. XI. Jahrg. 1880/81. 1881. 8⁰.

Von der naturforschenden Gesellschaft Graubündens in Chur:

Jahresbericht. Neue Folge. 23 u. 24. Jahrg. Vereinsjahre 1878/79 u. 1879/80. 1881. 8⁰.

Von der astronomischen Gesellschaft in Leipzig:

Vierteljahrsschrift. 16. Jahrg. 1881. 8⁰.

Vom Verein für Erdkunde tn Leipzig:

Mittheilungen. 1880. 1881. 8⁰.

Von der k. Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften in Leipzig:

Berichte über die Verhandlungen der mathematisch-physikalischen Klasse 1880. 8⁰.

Von der naturforschenden Gesellschaft in Zürich:

Vierteljahrsschrift. Bd. 24. 25. 1879—80. 8⁰.

Von der Sternwarte des eidgenössischen Polytechnikums in Zürich:

Schweizerische meteorologische Beobachtungen. Jahrg. XVII. 1880. 1881. 4⁰.

Vom physikalischen Verein in Frankfurt a. M.:

Jahresbericht für d. J. 1879—80. 1881. 8⁰.

Von der landwirthschaftlichen Centralschule in Weihenstephan:

Jahresbericht pro 1880/81. Freising 1881. 8⁰.

Vom naturhistorischen Verein der preuss. Rheinlande in Bonn:

Verhandlungen. Jahrgang 38. 1881.
Suppl. zu Jahrg. 38. 1881. 8⁰.

Vom naturwissenschaftlichen Verein in Hamburg:

Verhandlungen. Neue Folge V. 1881. 8°.

Von der Ministerial-Kommission zur Untersuchung der deutschen Meere in Kiel:

Ergebniss der Beobachtungsstationen. Jahrgang 1881. Berlin 1881. 4°.

Von der naturhistorischen Gesellschaft in Nürnberg:

Abhandlungen. Bd. 7. 1881. 8°.

Von der Kaiserlichen Leopoldinisch-Carolinischen Deutschen Akademie der Naturforscher in Halle a. S.:

Nova Acta. Bd. 41. Pars I. II. 1879—80. 4°.

Von der Redaktion des Archivs der Mathematik in Greifswald:

Archiv der Mathematik und Physik. Th. 67. Leipzig 1881. 8°.

Von der neuen zoologischen Gesellschaft in Frankfurt a. M.:

Der zoologische Garten. 22. Jahrg. 1881. 1881. 8°.

Von der Société des sciences in Strassburg:

Bulletin trimestriel. Tom. 15. 1881. 1881. 8°.

Von der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien:

Mathematisch-physikalische Klasse. I. II. III. Abth. Bd. 83. 1881. 8°.

Vom Coppernicus-Verein in Thorn:

Mittheilungen. Heft 1—3. Leipzig 1881. 8°.

Vom Institut Royal météorologique des Pays-Bas in Utrecht:

Nederlandsch Meteorologisch Jaarboek voor 1880. 32 Jaargang. Deel I. 1881. 4°.

Vom Surgeon General's Office in Washington:

a. Medical and Surgical History of the War of the Rebellion. 4 voll. 1870—79. 4⁰.

b. Index Catalogue of the Library. Vol. I. II. 1880—81. 4⁰.

Von der American Medical Association in Philadelphia:

Transactions. Vol. 31. 1880 8⁰.

Von der American Pharmaceutical Association in Philadelphia:

Proceedings at the 28th annual Meeting held in Saratoga Springs. Sept. 1880. 8⁰.

Von der Academy of natural Sciences in Philadelphia:

Proceedings 1880 in 3 parts. 1880. 8⁰.

Von der Biblioteca nazionale in Florenz:

a. Tavole per una anatomia delle piante aquatiche, da Filippo Parlatore. Firenze 1881. 4⁰.

b. Il primo anno della clinica obstetrica diretta dal Prof. Vincenzo Balocchi, rendiconto di Ernesto Grassi. 1880. 4⁰.

Von der Redaktion des Moniteur scientifique in Paris:

a. Moniteur scientifique. Livr. 476 (Août 1881). 1881. 8⁰.
b. „ „ „ 477 1881. 8⁰.
c. „ „ „ 478 1881. 8⁰.

Von der École polytechnique in Paris:

Journal. Tom. 29. 48ᵉ cahier. 1880. 4⁰.

Von der Institution ethnographique in Paris:

Annuaire. 1880. 8⁰.

Von der Société d'anthropologie in Paris:

Bulletins. III Sér. Tom. IV. 1881. 8⁰.

Von der Académie des Sciences in Paris:

Comptes rendus. Tom. 93. 1881. 4°.

Von der Redaktion des American Journal of Science in New-Haven:

The American Journal of Science. Vol. XXI. 1881. 8°.

Von der California Academy of Sciences in San Franzisco:

Proceedings at the Meeting held June 16. 1881. 8°.

Von der Société nationale des sciences naturelles in Cherbourg:

Mémoires. Tom. 22. Paris 1879. 8°.

Von der Société Linnéenne in Lyon:

Annales. Tom. 26. 27. Année 1879 et 1880. 8°.

Von der Geological Society in Edinburg:

Transactions. Vol. IV. 1881. 8°.

Vom Congresso geografico internazionale in Venedig:

Catalogo generale degli oggeti esposti. 1881. 8°.

Vom Congrés international de geographie in Venedig:

Catalogue général des objets exposés. Livr. I. Venise 1881. 8°.

Vom Istituto Veneto di scienze in Venedig:

Monografia del Lias del Prof. Torquato Taramelli. Venezia 1880. 4°.

Von der k. Akademie der Wissenschaften in Stockholm:

a. Fries, Icones selectae Hymenomycetum. Vol. II. 1881. Fol.
b. Meteorologiska Jakttagelser. Vol. 17—19. 1878—81. 4°.
c. Geologisk öfversigts-karta öfver Skåne, of N. P. Angelin Lund. 1877. 8°.

Von der Société Linnéenne in Bordeaux:

Actes. Tom. 34. 1880. 8⁰.

Von der Linnean Society in London:

Journal, Botany. Vol. 18. Nr. 108—113. Zoology. Vol. 15. Nr. 84. 85. 1880. 8⁰.

Von der Institution of Civil Engineers in London:

Charter, By-Laws und Regulations. 1881. 8⁰.

Von der Administration des mines en Finlande in Helsingfors:

Carte géologique de la Finlande Nr. 3 et 4, accomp. de renseignements. 2 Hefte und 2 Karten. 1881. 8⁰.

Von der American chemical Society in New-York:

Journal. Vol. III. 1881. 8⁰.

Vom Institut Royal Grand-Ducal in Luxembourg:

Publications. Tom. 18. 1881. 8⁰.

Von der Norwegian North-Atlantic Expedition 1876—77 in Christiania:

Zoology. Gephyrea, by D. C. Danielssen u. Joh. Koren. 1881. Fol.

Von der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Petersburg:

Mélanges biologiques. Tom. XI. 1881. 8⁰.

Vom Musée d'histoire naturelle in Caën:

Annuaire. Vol. 1. 1880. 8⁰.

Von der Société Vaudoise des sciences naturelles in Lausanne:

Bulletin. 2 Sér. Vol. XVII. Nr. 85. 1881. 8⁰.

Von der Royal Society of Tasmania in Tasmania:

Monthly Notices for 1879. 1880. 8⁰.

Von der Botanical Society in Edinburg:

Transactions. Vol. XIV. 1881. 8⁰.

Von der Royal Society of New South-Wales in Sidney:

Report upon certain Museums for Technology, by Archibald Liversidge. 1880. Fol.

Vom Institut Royal géologique de la Suède in Stockholm:

Sveriges gedogiska Untersökning. Ser. Aa Nr. 73—79, Ser. Ab Nr. 6, Ser. C Nr. 36—44. 1880—81. 8⁰ mit Karten in Folio.

Vom Entomologisk Förening in Stockholm:

Entomologisk Tidskrift. Bd. I. 1881. 8⁰.

Von der Zoological Society in London:

Proceedings. 1881. 8⁰.

Von der Società Italiana di scienze naturali in Mailand:

Atti. Vol. 23. 1880. 8⁰.

Vom Reale Osservatorio di Brera in Mailand:

Pubblicazioni. No. XIX. 1881. 4⁰.

Von der Società Veneto-Trentina di scienze naturali in Padua:

Bullettino. Tomo 2. 1880. 8⁰.

Von der Società Italiana delle Scienze in Rom:

Memorie di matematica e di fisica. Serie III. Tom. 3.

Vom Museu naçional in Rio de Janeiro:

Archivs. Vol. II. III. 1877—78. 4⁰.

Vom Meteorological Departement of India in Calcutta:

Observations. May 1880. 1880. Fol.

Vom Observatorio de marina de San Fernando in Cádiz:

Anales. Seccion II. Año 1880. 1881. Fol.

Von John Hopkins University in Baltimore:

a. American Chemical Journal. Vol. I. II. III. 1879/1881. 8⁰.
b. American Journal of Mathematics. Vol. III. 1880. 4⁰.
c. On the mechanical Equvalent of Heat by Henry A. Rowland. 1880. 8⁰.
d. John Hopkins University. Studies from the biological Laboratory by W. K. Brooks. Nr. IV. 1880. 8⁰.

Von der Société Hollandaise des sciences in Harlem:

Archives Neerlandaises des sciences exactes. Tom. XVI. Liv. 1. 2. 1881. 8⁰.

Vom Musée Teyler in Harlem:

Archives. Nouv. Série. Partie I. 1881. 8⁰.

Vom Museo civico di storia naturale in Genua:

Annali. Vol. 16. 17. 1880—81. 8⁰.

Von Herrn Rudolf Wolf in Zürich:

Astronomische Mittheilungen LIII. Zürich 1881. 8⁰.

Von Herrn A. Kölliker in Würzburg:

Zur Kenntniss des Baues der Lunge des Menschen. 1881. 8⁰.

Von Herrn Leo Grunmach in Berlin:

Ueber die elektromagnetische Drehung der Polarisationsebene der strahlenden Wärme. 1881. 8°.

Von Herrn F. C. Donders in Utrecht:

Onderzoekingen gedaan in het physiologisch Laboratorium der Utrechtsche Hoogeschool. III Reeks. Bd. VI. 1881. 8°.

Von Herrn Mariano Bárcena in México:

Fenómenos periódicos de la vegetacion. 1881. 8°.

Von Herrn Preudhomme de Borre in Brüssel:

Liste de Criocérides. 1881. 8°.

Von Herrn Nikolai v. Kokscharow in Petersburg:

Materialien zur Mineralogie Russlands. Bd. VIII. S. 33—320. 1881. 8°.

Von Herrn Francis E. Nipher in Kansas City:

On certain Problems in Refraction. 1881. 8°.

Von Herrn Gustavus Hinrichs in Iowa City:

Report of the Iowa Weather Service for 1881. Des Moines 1881. 8°.

Sitzungsberichte

der

königl. bayer. Akademie der Wissenschaften.

Mathematisch-physikalische Classe.

Sitzung vom 7. Januar 1882.

Herr v. Nägeli bringt mit einem Begleitschreiben nachstehende Abhandlung zur Vorlage:

„Ueber die experimentelle Erzeugung des Milzbrandcontagiums" von Dr. Hans Buchner.

II. Mittheilung.[1])

Die Umwandlungen in der Natur der Pilze, welche in meiner ersten Mittheilung nachgewiesen wurden, hatten zu ihrem Eintreten theilweise einer nicht unbeträchtlichen Zeitdauer bedurft. Es lag nahe, die Ursache hievon in der noch unvollständigen Kenntniss der massgebenden Bedingungen zu suchen, und es musste dies eine Aufforderung sein, die Forschung in dieser Richtung mit veränderten Methoden fortzusetzen. Denn, wenn es gelang die Zeitdauer der Umzüchtung in entscheidender Weise abzukürzen, so war damit eine wesentliche Aufklärung über das Ursächliche des Vorganges selbst, und ausserdem die Möglichkeit einer leichten Controle dieser praktisch wie theoretisch gleich wichtigen Resultate gegeben.

1) I. Mittheilung s. diese Sitzungsberichte. 1880. Heft III. S. 368.

In der That haben die weiteren Versuche diese Aufgabe in befriedigender Weise gelöst. Die Angabe der Methoden, welche die Umwandlung der infectiösen in die unschädliche Pilzform in einigen wenigen Tagen vollführen lassen, bilden den Gegenstand der vorliegenden Mittheilung, während die umgekehrte Züchtung einer nächsten Mittheilung vorbehalten bleiben soll. Auch diese Versuche wurden wie die früheren im pflanzen-physiologischen Institut des Herrn Professor v. Nägeli zur Ausführung gebracht.

Zunächst möchte ich bezüglich der Nomenclatur der hier in Frage kommenden Pilzformen einiges bemerken. Es erscheint als wünschenswerth, für die von mir als Stammform der Milzbrandbacterien nachgewiesenen und durch Angabe des ihnen eigenthümlichen Reinculturverfahrens (Kochen von Heuaufgüssen) charakterisirten „Heubacterien" eine wissenschaftliche Bezeichnungsweise zu besitzen. F. Cohn, der diese Form zuerst beschrieb, hat nun für dieselbe den Namen „Bacillus subtilis" gebraucht. Da jedoch aus früher angeführten Gründen die Aufstellung einer selbständigen neuen Formgattung Bacillus gegenüber der älteren Bacterium nicht als berechtigt zugegeben werden kann[1]), so erscheint es als selbstverständlich, dass der frühere, von Ehrenberg eingeführte Gattungsname Bacterium für diese Gebilde beibehalten, der Speciesname dagegen nach dem Vorgange von Cohn angenommen wird, womit denn diese Heubacterien die Bezeichnung „Bacterium subtile" erhalten.

Das Bacterium subtile (syn. Bacillus subtilis, Heubacterien, Heubacillen) ist hinsichtlich seiner physiologischen Eigenschaften hauptsächlich durch die höchst merk-

---

1) I. Mittheilung S. 369. Anmerkung. Die nähere Darlegung dieser Gründe verspare ich mir auf eine Mittheilung, welche die Morphologie der Heubacterien zum Gegenstande haben soll.

würdige Resistenz gegen hohe Hitzegrade ausgezeichnet[1]). Ferner dadurch, dass es durchaus kein Gärungserreger ist, ein Punkt, der übrigens schon durch Prazmowski hinreichende Aufklärung erfuhr[2]). Auch ich habe in meiner ersten Mittheilung angegeben, dass dasselbe so wenig als die Milzbrandbacterien den Milchzucker zu vergären im

---

1) Um eine allseitige Verständigung über die Identität von Bacterium subtile möglichst zu befördern, möchte ich das Verfahren zur Reincultur desselben auf Grund meiner Erfahrungen mit verschiedenen Heusorten, (die sich in verschiedener Richtung ungleich verhalten) folgendermassen präcisiren: Heu-Aufguss bereitet nach der Methode von W. Roberts (Philos. Transact. of the R. Soc. of London. Vol. 164, 1874. p. 457), d. h. 4 stündiges Verweilen des mit möglichst wenig Wasser übergossenen Heu's bei 36° C.; alsdann wird durch ein Drahtsieb abgegossen (nicht filtrirt), verdünnt bis zum sp. G. 1,004, und dieser Aufguss nun 1 Stunde lang in einem mit Watte verschlossenen Kolben bei geringer Dampfentwicklung zum Sieden erhitzt. Der Kolben soll 500 ccm Aufguss enthalten, und nicht weniger; nach dem Kochen wird derselbe bei 36° C. belassen. In dieser Weise verfahrend wird man nach 48 Stunden kaum jemals die von Bacterium subtile gebildete Pilzdecke vermissen. Ganz ausnahmsweise nur könnte es vorkommen, dass der Heuaufguss zu stark sauer reagirt und dass der Erfolg des Versuches dadurch vereitelt würde, weil die Pilze in saurer Lösung leichter getödtet werden. In solchem Fall wäre es erforderlich, den Aufguss vor dem Kochen zu neutralisiren. — Dass ich auf 1,004 sp. G. zu verdünnen vorschlage, anstatt wie Roberts angibt, 1,006, hat seinen Grund nur darin, das manches Heu zu wenig lösliche Substanzen besitzt, um bei obiger Behandlung einen Aufguss von 1,006 sp. G. zu liefern. Filtrirt soll nicht werden, weil man ja die Pilze, die oftmals an kleinen Stäubchen und Splitterchen haften, in der Lösung zu behalten wünscht. Eine grössere Menge von Heuaufguss zu erhitzen ist erforderlich, da lebenskräftige Pilze, welche das Erhitzen unbeschadet überstehen, keineswegs so sehr zahlreich in demselben vorkommen, dass man in jeder kleineren Quantität schon sicher auf dieselben rechnen könnte.

2) Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte und Fermentwirkung einiger Bacterien-Arten. Von Dr. Adam Prazmowsky. Leipzig 1880.

Stande sei. Nach vielen und vielseitigen Versuchen kann ich nunmehr bestätigen, dass Bacterium subtile in Lösungen, welche die verschiedensten Kohlenhydrate enthalten, trotz reichlichster Vermehrung, keine Spur von Gährung zu bewirken im Stande ist. Die Identificirung dieses Pilzes mit dem Buttersäure-Ferment von Pasteur, wie sie F. Cohn im Jahre 1872 gab, muss somit, wenigstens vorläufig, fallen gelassen werden. Ebenso auch die Identificirung mit derjenigen Bacterienform, deren sich Fitz bei seinen interessanten Gärungsversuchen zur Zerlegung des Glycerin's in Aethylalkohol bediente.[1]) Ich habe diese letztere Pilzform rein cultivirt und eingehend studirt, und bin zu der bestimmten Ueberzeugung gelangt, dass dieselbe mit dem Bacterium subtile keineswegs identisch ist. Im Gegentheile ist der Fitz'sche Pilz ein entschiedener Gärungserreger, der die meisten Kohlenhydrate energisch zu vergären vermag. Bezüglich der sonstigen chemischen Eigenschaften des Bacterium subtile habe ich bereits in meiner ersten Mittheilung das Wichtigste angegeben und gezeigt, dass dieselben mit jenen der Milzbrandbacterien völlig übereinstimmen. Eine nothwendige Folge der vollkommenen Gäruntüchtigkeit dieser Pilze ist es, dass sie des freien Sauerstoffs zu ihrem Wachsthum unbedingt benöthigen. Denn nur Gärungserreger können desselben, wenn sie in Thätigkeit sind, entrathen.

Ich komme nun zum eigentlichen Thema der gegenwärtigen Mittheilung. In meiner ersten Mittheilung hatte ich angegeben, dass Züchtung der Milzbrandbacterien in Lösungen von Fleischextract mit oder ohne Zuckerzusatz bei 36° C. im Schüttelapparat jedesmal eine allmählige Ab-

1) Alb. Fitz: Ueber Schizomyceten-Gährungen III. Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft XI. 1878. S. 49.

nahme der infectiösen Wirksamkeit herbeiführte. Ein wesentlicher Unterschied konnte dabei nicht constatirt werden, ob Zucker zugesetzt wurde oder nicht, ob die Concentration höher oder niedriger gewählt wurde. Somit können diese Bedingungen für die Umänderung der Pilznatur nicht von entschiedenem Belange sein.

Wichtig schienen dagegen die anderen Bedingungen der Züchtung: erhöhte Sauerstoffzufuhr in Folge des Schüttelns und Temperatur von 36° C. In der That kann man zeigen, dass diese Bedingungen es sind, welche allein die Veränderung in den Eigenschaften der Milzbrandbacterien bewirkten. Werden dieselben weggelassen, so können diese Pilze auch ausserhalb des Körpers durch beliebig viele Generationen fortgezüchtet werden, ohne dass irgend eine ihrer Eigenschaften verloren geht. Das einfachste Mittel hiezu ist Züchtung in einer halbprocentigen Fleischextractlösung in Ruhe (ohne Schütteln) bei 25° C. Unter diesen Bedingungen wachsen reincultivirte Milzbrandbacterien stets in Form zierlicher Wolken am Grunde der völlig klaren Nährflüssigkeit; bei beliebig lange fortgesetzter Züchtung bleibt die infectiöse Wirksamkeit die nämliche, wie sie in der ersten Reincultur der Bacterien in der Fleischextractlösung gewesen war.

Da nun verminderte Sauerstoffzufuhr und niedere Temperatur Bedingungen sind, unter denen die Milzbrandbacterien sich gleichzeitig auch langsamer vermehren, so ergibt sich die Annahme, dass überhaupt Verhältnisse, welche dem Wachsthum nicht besonders förderlich sind, zur Constanterhaltung der infectiösen Eigenschaften am besten wirken. In der That wird diese Voraussetzung durch alle Versuche, die man in dieser Richtung anstellen kann, als richtig bewiesen. Zu beachten ist in dieser Beziehung die chemische Reaction der Nährlösung. Schwach saure

Nährlösungen sind zur Erhaltung der infectiösen Eigenschaften vortheilhafter als schwach alkalische. Man denke nicht, dass diese Wirkung nur auf der Verminderung der Generationszahl beruht. Davon kann keine Rede sein, und habe ich auf diesen Punct genügend geachtet.

Als weitere Folgerung ergibt sich, dass umgekehrt besonders günstige Vermehrungsbedingungen eine rasche Abnahme der infectiösen Wirkung herbeiführen werden. Schon die frühere Züchtung war von diesem Gedanken beeinflusst. Aus diesem Grunde hatte ich die Pilze im Schüttelapparate wachsen lassen. In ruhender Nährlösung hängt alles ab von der Höhe der Flüssigkeitsschichte, auf deren Grunde die für gewöhnlich bewegungslosen und desshalb nicht umherschwimmenden Milzbrandbacterien vegetiren. Je höher diese Schichte, um so geringer ist die Menge von Sauerstoff, die in der Zeiteinheit durch Diffusion den Pilzen zugeführt wird, umso langsamer erfolgt desshalb die Vermehrung und umgekehrt.

Das Schütteln verändert diese Verhältnisse insofern, als dadurch alle Theile der Flüssigkeit gleichmässig mit Luft in Berührung kommen, so dass der Erfolg der gleiche ist, als ob die Pilze sämmtlich in einer sehr wenig tiefen Flüssigkeitsschichte vegetirten. Es fragt sich aber, ob auf diese Weise den Pilzen das Maximum von Sauerstoff zugeführt werden kann. Ich glaube nicht; ich halte es vielmehr für sicher, dass Pilze, welche in Form von Häuten und Decken auf Flüssigkeiten vegetiren, wenigstens in der obersten Lage, noch viel reichlicher Sauerstoff erhalten als geschüttelte Pilze. Die Verminderung der Sauerstoff-Absorption durch die Schüttelbewegung mag hiezu wohl beitragen.

Wir wissen nun aber, dass gerade die Heupilze, in welche die Milzbrandbacterien übergeführt werden sollen, in exquisiter Weise Decken bilden, und es ist gewiss, dass sie auch in der Natur stets in dieser Weise unter der

unmittelbaren Einwirkung des Sauerstoffs als häutige Ueberzüge vorkommen. Der nächste Gedanke war somit, auch die Milzbrandbacterien unter den gleichen Bedingungen wachsen zu lassen.

Dies geschah dadurch, dass ich reincultivirte Milzbrandbacterien auf Filtrirpapierstücke aussäte, welche, selbst pilzfrei, an der Oberfläche sterilisirter Nährlösungen schwimmend angebracht waren. Nach Verlauf einiger Tage bildete sich auf diesen schwimmenden Flächen ein bis zu 3 mm dicker weisser oder schwach graulicher Schleimüberzug, der lediglich aus sporentragenden Milzbrandfäden bestand. Ich bemerke, dass die Entwicklung dieser Schleimmassen bedeutend augenfälliger wird, wenn die Nährlösung eine gewisse Menge von Zucker enthält. Der Zucker wirkt modificirend auf die Bildung der Membranen und lässt dieselben voluminöser und klebriger werden. Der günstige Einfluss des reichlich zutretenden Sauerstoffs machte sich hier nicht nur durch die ausserordentlich starke Vermehrung sondern auch dadurch kenntlich, dass unter diesen Umständen die Milzbrandbacterien sogar in einer sonst denselben absolut unzugänglichen Nährlösung wuchsen, nämlich in nicht neutralisirtem (schwach sauer reagirendem) Heuaufguss. Allein ein wesentlicher Vortheil bezüglich der Umwandlung der Pilznatur gegenüber der Cultur im Schüttelapparate liess sich auf diese Weise nicht erreichen.

Die Ursache dieses ungenügenden Erfolges durfte zunächst darin gesucht werden, dass auf den feuchten, schwimmenden Oberflächen zwar die Zufuhr des Sauerstoffs eine sehr reichliche, jene des Nahrungsmaterials dagegen eine verlangsamte ist, da dasselbe erst durch das Filtrirpapier hindurch diffundiren muss. Entsprechend war auch die Vermehrung der Pilze zwar eine sehr reichliche, aber keine sehr rasche; es dauerte immerhin mehrere Tage, bis die erwähnten Schleimüberzüge sich ordentlich entwickelten. Um

diesen Uebelständen abzuhelfen, modificirte ich das Züchtungsverfahren in der Weise, dass die Filtrirpapierstücke anstatt auf der Oberfläche der Nährlösung zu schwimmen, an die Wandung des Züchtungsgefässes geklebt wurden, so dass dieselben über das Flüssigkeitsniveau noch um ein gutes Stück in die Höhe ragten. Die ausgiebige Benetzung dieser feuchten Flächen mit Nährlösung geschah dadurch, dass die Züchtungsgefässe wiederum in den Schüttelapparat eingesetzt wurden.

Wendet man eine zuckerhaltige Nährlösung (am besten 1 Procent Fleischextract und 3 Procent Zucker) an, so entstehen auch unter diesen Umständen bei Aussaat reiner Milzbrandbacterien und Körpertemperatur schleimige Ueberzüge auf den Papierstreifen. Der Zuckerzusatz ist hiezu wesentlich, da die Pilze sonst nicht genügend fest der Fläche des Papiers adhäriren. Der Erfolg dieses Verfahrens, das ich mit den verschiedensten Modificationen im einzelnen in ein paar hundert Versuchen zur Anwendung brachte, war bereits ein wesentlich besserer als derjenige aller bisherigen Züchtungsarten. In den allermeisten Fällen bewirkte schon die einmalige Cultur unter diesen Bedingungen eine merkliche Umänderung im Verhalten der Milzbrandbacterien. Zur Constatirung derselben bedurfte es nicht jedesmaliger Impfversuche an Thieren. Es hatte sich nämlich längst mit Evidenz herausgestellt, dass die mit blossem Auge erkennbare Wachsthumsart der Milzbrand-Heubacterien im Züchtungsglase mit deren Verhalten im Thierkörper absolut parallel geht, so dass aus ersterem auf letzteres ein vollständig sicherer Schluss gezogen werden kann. Um diess zu erläutern, ist es nothwendig, auf die makroskopische Wachsthumsart der Uebergangsstufen zwischen Milzbrand- und Heubacterien näher einzugehen.

Alle diese Uebergangsstufen, welche eine lückenlose Reihe von den ächten Milzbrandbacterien zu den ächten Heubacterien bilden, sind bei bekannter Nährlösung an der makroskopischen Art ihres Wachsthums sofort zu erkennen. Es muss jedoch nicht nur die Nährlösung eine bestimmte und für alle Versuche die gleiche sein, sondern auch alle andern Bedingungen der Züchtung müssen für jede Form gleich gehalten werden, wenn es sich um die Feststellung der Merkmale handelt. Denn die nämliche Pilzform verhält sich bei jeder veränderten Züchtungsweise etwas verschieden.

Als Normallösung wähle ich die 1 procentige Lösung von Liebig'schem Fleischextract. Hievon erhält jedes Züchtungsglas 20 ccm. Als Züchtungsgefäss (dessen Form, ob Eprouvette oder Kölbchen, wegen des verschiedenen Sauerstoffzutritts bei verschiedener Flüssigkeitstiefe keineswegs irrelevant ist) sei ein Fläschchen von der Form des in Abbildung beigefügten (sogenanntes Saftgläschen) angenommen, ein Gefäss, das ich nach vieljähriger Erfahrung für Pilzculturen am meisten empfehlen kann. Diese Saftgläschen sind aus dickem, schwer schmelzbarem Glase gefertigt, um das oftmalige Erhitzen im Dampfkessel unbeschadet ertragen zu können. Der äussere Durchmesser des erweiterten Theiles beträgt 5 cm. Zuerst werden die Gläschen mit Nährlösung (hier 20 ccm, was eine Schichte von 1,2 bis 1,5 cm Höhe gibt) gefüllt; alsdann wird über den mit Watte verschlossenen Hals noch Zeug gebunden, um später beim Stehenlassen der Cultur die Ansammlung von Zimmerstaub am Rande der Oeffnung und das Hineinfallen desselben in das Gläschen bei Lüftung des Pfropfens zu vermeiden; endlich werden die derartig zu-

sammengestellten Züchtungsgläser im Dampfkessel erhitzt. Die Höhe der Erhitzung habe ich schon bei einer anderen Gelegenheit auf 110° C. während 1 Stunde angegeben. Die hiebei erforderliche Zeit der Anwärmung richtet sich nach der Grösse der verwendeten Züchtungsgefässe resp. der darin eingeschlossenen Flüssigkeitsmengen. Für den gegenwärtigen Fall, Saftgläschen mit 20 ccm Lösung, beträgt dieselbe bei dem Dampfkessel, dessen ich mich bediene, 1¼ Stunden. Das heisst, nach dieser Zeit haben die eingeschlossenen Flüssigkeiten ganz sicher 110° erreicht. Die gesammte Erhitzungsdauer beträgt somit 2¼ Stunden.[1]) Schon früher habe ich hervorgehoben, dass derartig behandelte Züchtungsgefässe, gleichviel mit welchem Nährmaterial dieselben gefüllt sind, für immer, auch bei wochen- und monatelangem Aufenthalt im Thermostaten bei 36° unverändert und pilzfrei bleiben. Auf solche mit 20 ccm 1procentiger Fleischextractlösung gefüllte Züchtungsgefässe beziehen sich die nun folgenden Angaben über die Wachsthumsart der Zwischenstufen von Milzbrand- zu Heubacterien.

Unter diesen Uebergangsformen, die eine ununterbrochene Reihe von der einen zur anderen Grenzform dar-

---

1) Der grössere Dampfkessel, welcher seit 12 Jahren im hiesigen pflanzenphysiologischen Institut zur Sterilisirung von Nährsubstanzen verwendet wird, (vorher wurde ein kleinerer gebraucht) ist ein Cylinder aus Messing, 20 cm im Durchmesser und 45 cm hoch. Der Boden wird 5–8 cm hoch mit Wasser bedeckt. Die Züchtungsgefässe stehen in 2, durch ein dazwischen gelegtes Blech getrennten Etagen übereinander, so dass jedesmal 20 Saftgläschen gleichzeitig sterilisirt werden. Jedes Saftgläschen erhält während des Erhitzens über den Hals eine Glasglocke übergestülpt, um das Eindringen des vom Deckel abtropfenden Condensationswassers in den Wattepfropf zu verhindern. Der Deckel des Kessels wird mit Schraubklemmen aufgeschraubt und der dampfdichte Verschluss durch einen Ring aus starkem, angefeuchtetem Pappdeckel hergestellt.

n, können zweckmässig 3 Stufen unterschieden werden, hl es leicht wäre noch mehr Zwischenstufen mit ge- nd kenntlichen Merkmalen zu markiren. Diese Ueber- formen will ich, von den ächten Milzbrandbacterien nend mit I, II, III numeriren. Die Wachsthumsart und der Grenzformen in 1 Procent Fleischextract bei C. gestaltet sich, 36 Stunden nach erfolgter Aussaat, nach vollendetem Wachsthum, folgendermassen:

hte Milzbrandbacterien: Nährlösung klar, am Grunde derselben zarte, weisse Wolken.

ergangsform I: Nährlösung klar oder durch Flöckchen getrübt, Bildung eines weissen Randes dort, wo die Oberfläche der Flüssigkeit die Glaswand berührt. Am Grunde der Lösung weisse Flocken.

ergangsform II: Nährlösung durch Flocken getrübt. Sehr lockere, schleimig aussehende Decke, die bei der leisesten Erschütterung zu Boden sinkt. Grund mit Flocken und untergesunkenen Deckenfragmenten bedeckt.

ergangsform III: Nährlösung klar oder durch Flöckchen getrübt. Schleimig aussehende aber ziemlich consistente Decke. Keine Flocken am Grunde.

hte Heubacterien: Nährlösung bis zum Grunde völlig klar. Trockene, feste, weisse, oftmals fein gerunzelte oder wie bestäubt aussehende, schwer unterzutauchende Decke.

Aus dieser Uebersicht ergibt sich, dass je mehr die den ächten Heubacterien sich annähern, um so mehr ähigkeit eintritt, in der Nährlösung umherzuschwimmen an der Oberfläche, unter der directen Einwirkung des

Pilzen erfüllt, welche eine selbständige Bewe
Diese Eigenbewegungen sind jedoch bei den Zw
noch bedeutend langsamer als bei den ächten

Zur Orientirung sei bemerkt, dass die nun
stellte Uebergangsform II eben dieselbe ist
meiner früheren Mittheilung als „Mittelform"
407) ausführlicher beschrieben wurde. Ich
nachgewiesen, dass diese „Mittelform" auf Thier
zwar nicht in geringeren wohl aber in grösse
nach einer verlängerten Incubationszeit von
den Milzbrand hervorzurufen vermag, eine An
nach neueren Erfahrungen vollkommen bestä
Von der Uebergangsform I dagegen genügt sch
ringere Menge zur wirksamen Infection; abe
bedarf es wesentlich mehr davon als von ächte
bacterien.

Nach diesen Ausführungen kehre ich zu
taten der Umzüchtungsversuche zurück. Die
schilderte Methode der Züchtung im Schüttel
Anbringung eines Filtrirpapierstreifens an de
führte in den meisten Fällen zur Erlangung
gangsform I, manchmal jedoch bis zu Form

Nunmehr konnte nur von einer verbesserten Wahl der Nahrungsstoffe noch Vortheil erwartet werden. Bisher war zu den Züchtungen hauptsächlich Fleischextract verwendet worden, das für die Spaltpilze im allgemeinen das beste Nahrungsmittel darstellt. Es ist jedoch zu bedenken, dass die Milzbrandbacterien als Krankheitspilze an andere Ernährungsweise, an Eiweisslösungen gewöhnt sind und desshalb gerade im Thierkörper am allerbesten gedeihen. Aus diesen Erwägungen kam ich dazu, Eiweisslösungen zur Cultur zu verwenden. Man musste sich allerdings sagen, dass in solchem Nährmaterial die Ueberführung bis zu den ächten Heubacterien niemals gelingen könne, da die letzteren in Eiweisslösungen als solche gar nicht vermehrungsfähig sind. Allein die schwierigste Aufgabe war hier immer der erste Schritt und auf diesen musste hauptsächlich die Bemühung gerichtet sein.

Die mit Anwendung der Eiweisslösung verbundene Absicht ist nun vollständig realisirt worden, und die Züchtung der Milzbrandbacterien unter diesen Bedingungen ist in der That das gesuchte Mittel, um die Pilze mit Sicherheit in kürzester Zeit in die Uebergangsform II umzuwandeln und ihre infectiöse Wirksamkeit ganz ausserordentlich zu vermindern. Der Wunsch, dieses wichtige Ergebniss von anderer Seite bestätigt zu sehen, möge es entschuldigen, wenn ich auf die Versuchsanordnung etwas detaillirt hier eingehe.

Zur Bereitung der Eiweisslösung nahm ich ausschliesslich Eigelb. Selbstverständlich kann dasselbe nicht sterilisirt werden, und es sind desshalb fortwährende Controlversuche nöthig, um klar zu legen, ob nicht von Seite des Eigelbs in störender Weise Pilze in den Versuch eingeführt werden. Diese Controlversuche zeigen denn, dass man das Eigelb ganz wohl zu solchen Zwecken verwenden kann. Gegenüber dem Eier-Eiweiss besitzt dasselbe ausserdem den

grossen Vortheil, dass es sich in wässerigen Flüssigkeiten leicht vertheilt und seine löslichen Bestandtheile an dieselben abgibt. In viel höherem Masse als bei frischen Eiern ist diess bei den sogenannten Kalk-Eiern der Fall, die durch Aufbewahren in Kalkwasser conservirt sind, und diess ist der Grund, wesshalb ich nur die letzteren zum gegenwärtigen Zwecke empfehlen kann.

Die Eintragung des Eigelbs in die oben beschriebenen pilzfreien Züchtungsgläser mit 20 ccm Fleischextractlösung geschieht vermittels Glasröhren von 4 mm Durchmesser im Lichten, die zuerst auf ausfliessendes Eigelb kalibrirt, alsdann im Dampfkessel pilzfrei gemacht, und nun wie gewöhnliche Pipetten verwendet werden. Die Menge von Eigelb bei diesen Versuchen betrug stets 1 ccm Eigelb für jedes Züchtungsglas, somit $^1/_{20}$ von der Menge der Fleischextractlösung.

Derartige Eiweisslösungen sind nun (ohne weiteren Zusatz) wohl geeignet zur Vermehrung aber noch nicht zur Umänderung der Milzbrandbacterien, wie sich sogleich zeigen wird. Bringt man reine Infectionspilze (entweder direct aus der Milz eines an acutem Impf-Milzbrand verendeten Thieres, oder vorher noch in Fleischextract reincultivirt) in dieselben bei 36° C. zur Aussaat, so zeigt sich nach 24 Stunden anscheinend gar keine Veränderung. Die Flüssigkeit ist gerade wie unmittelbar nach der Bereitung derselben gelblich gefärbt und dicht trüb von den suspendirten Eigelbpartikelchen; am Boden befindet sich ein Absatz von specifisch schwereren und gröberen Theilchen. Die mikroskopische Untersuchung ergibt jedoch, dass eine Vermehrung der ausgesäten Pilze stattgefunden hat. Es finden sich nicht in den höheren Schichten der Flüssigkeit, wohl aber, wenn man dieselbe umschüttelt und so auch die tiefen Schichten zur Untersuchung bringt, Milzbrandfäden und Stäbe in nicht sehr grosser Zahl, etwas breiter als im Thier-

körper, aber sonst unverändert und insbesondere ohne Eigenbewegung, wesshalb dieselben eben nur am Grunde sich vermehren. Ueberträgt man dieselben ein zweites Mal in die gleiche Eiweisslösung, so ist nach 24 Stunden der Erfolg der nämliche und ebenso bei einer dritten und vierten Uebertragung u. s. w. Keine Veränderung der Eigenschaften macht sich bemerkbar. Es stimmt diess überein mit der geringen Vermehrung, welche in solchen Eiweissflüssigkeiten stattfindet und die den blossen Zusatz von Eigelb zur Fleischextractlösung trotz des so bedeutend vermehrten Nahrungsmateriales als sehr wenig förderlich, eher als nachtheilig erscheinen lässt.

Die Ursache dieser ungünstigen Wirkung des Eiweisses konnte in der geringen Diffundirbarkeit desselben durch pflanzliche Membranen liegen. Die entsprechende Abhülfe musste dann Zusatz einer gewissen Menge von Alkali zur Eigelbmischung gewähren, wodurch die Diffusionsfähigkeit beträchtlich erhöht wird.

In der That ist der Zusatz von Alkali zur Eiweissflüssigkeit der entscheidende Punkt, auf den es ankommt. Die Vermehrung der ausgesäten Milzbrandbacterien wird hiedurch eine ungemein reichliche, und eben dadurch vollzieht sich denn mit einem Schlage eine merkwürdige Umänderung in ihrer Natur.

Die richtige Menge von Alkali zu diesem Zwecke ist 2 ccm $^1/_{10}$ Normal-Natronlösung[1]) auf 20 ccm der Fleischextract-Eigelbmischung. Doch führt auch Zusatz von 1 oder 3 ccm in der Regel zum gewünschten Erfolge. 4 ccm jedoch beeinträchtigt bereits die Entwicklung der Pilze.

---

1) Meine Normal-Natronlösung ist so gestellt, dass 1 ccm derselben zur Neutralisirung von 1 ccm Normal-Oxalsäure genügt, welche durch Auflösen von 63 g Oxalsäure in 1 Liter dest. Wassers hergestellt wird.

Bei Aussaat von Milzbrandbacterien in solche alkalische Eiweisslösungen zeigt sich in der Regel schon nach 24 stündigem Verweilen bei 36° C. eine auffällige Veränderung, indem statt des gleichmässig trüben Aussehens der nicht inficirten Controlgläser die Flüssigkeit entweder im Ganzen oder vorzugsweise in den oberen Schichten eine milchige Beschaffenheit und eine gelblich weisse entschiedene Färbung annimmt. Bei stärkerer Ausbildung dieser Erscheinung sondert sich die Flüssigkeit in drei verschiedene Schichten. Die oberste besitzt das Aussehen einer dichten, gelblich weissen glänzenden Masse, die am besten mit einer Mischung von Eidotter und Milch oder gelblichem Rahm zu vergleichen ist. Diese Schichte nimmt die Hälfte der Flüssigkeitshöhe ein oder mehr. Darunter folgt ein trübes gelbliches Serum, und am Grunde ein dichter Absatz von gröberen Eidotterpartikelchen. Diese Erscheinung ist die Wirkung einer Fermentthätigkeit der Pilze, welche Gerinnungen des Eiweisses veranlasst. Die ganze obere rahmartige Schichte besteht aus Eiweissgerinnseln, deren Schwimmfähigkeit auf einen relativ beträchtlichen Gehalt an mechanisch eingeschlossenem Fett schliessen lässt.

Die mikroskopische Untersuchung liefert ein höchst merkwürdiges Ergebniss. Je mehr die Erscheinungen ausgebildet sind, umsomehr Pilze findet man an der milchig werdenden Oberfläche. Zuletzt, wenn die Rahm-artige Schicht sich völlig entwickelt hat, ist die Menge der Pilze in jedem der Oberfläche entnommenen Präparat eine ausserordentlich grosse, so dass beinahe an eine wirkliche Pilzhaut gedacht werden kann. Die Formen dieser Pilze sind wesentlich diejenigen der Milzbrandbacterien, nur meist nicht unerheblich breiter. Je nach der Entwicklung der Cultur überwiegen entweder (in den früheren Stadien) die einfachen oder Doppelstäbchen (Breite 1,0—1,5 μ, Länge der einfachen Stäbchen 4,5—6,0 μ), oder (bei fortgeschrit-

rner Entwicklung) längere mehrgliedrige Fadenstücke, hie nd da auch lange Fäden. In manchen Fällen kann ein räparat von der Oberfläche ganz täuschend das Aussehen ner Probe aus der Milz eines milzbrandigen Thieres zeigen, die längeren Stäbe und Fadenstücke, wie dort zwischen ie Gewebselemente, so hier zwischen die Eiweissgerinnsel erfilzt sind. Die Contouren der Stäbchen und Fäden sind benso zart wie jene der Milzbrandbacterien. Ihre Enden nd in frischem Zustande abgerundet, nach dem Antrocknen nd Färben mit Anilinbraun scharf abgesetzt, aber nicht chwach verdickt wie jene der Milzbrandbacterien. Der richtigste Unterschied gegenüber den letzteren besteht aber arin, dass diese Stäbe nun Eigenbewegungen eigen. Diese Bewegung ist nicht so rasch, dass sie als Schwärmen bezeichnet werden könnte. Die Pilze sind dabei immer noch ganz gut mit dem Mikroskop zu verfolgen, bwohl die Bewegung häufig den Charakter eines ruhelosen und lebhaften Umhersuchens annimmt. Allein die Ortsveränderungen können wegen der hemmenden Eiweissgerinnsel, an welche die Pilze fortwährend anstossen, nicht sehr bedeutend sein. Es kommt vor, dass das ganze Gesichtsfeld mit solchen umhersuchenden ganz gleichmässigen kurzen, sehr breiten Stäben erfüllt ist, und es gewährt dies einen sehr eigenthümlichen Anblick. Die Art der Eigenbewegung ist im Uebrigen die gleiche wie bei den Heubacterien: vor- und rückwärts Gehen und Rotiren um verschiedene und wechselnde Achsen, was bei den winkelig zusammenhängenden Doppelstäbchen den täuschenden Anschein der Schlängelung hervorruft.

Sehr auffallend ist in morphologischer Beziehung nur noch die Erscheinung, dass die Sporen dieser Pilze, die sonst in jeder Hinsicht den Sporen der Milzbrand- und Heubacterien analog sind, eine ganz ausserordentliche Länge im Verhältniss zum Querdurchmesser besitzen. Bei so

grossen Pilzformen und bei den jetzigen optischen Hülfsmitteln (ich benützte homogene Immersion $^1/_{16}$ Seibert) kann darüber, dass, was ich hier beschreibe, wirklich die Sporen sind, nicht der mindeste Zweifel bestehen. Denn die Beobachtung vermag, da sich in jedem der Eiweissgläser an der Oberfläche Sporen in ungeheurer Menge entwickeln, mit voller Zuverlässigkeit ausgeführt werden. Es beträgt die Länge der Sporen, welche sonst bei den Milzbrand-Heubacterien das dreifache des Querdurchmessers nicht überschreitet, hier bis zum fünffachen desselben (0,7 μ breit, 3,5 μ lang) wodurch anstatt der sonst vorhandenen Neigung zur Eiform wahre Sporen-Stäbchen entstehen; in allen anderen Beziehungen (starkes Lichtbrechungsvermögen, Entstehung in der Mitte der Zelle) besteht völlige Analogie mit den gewöhnlichen Sporen. Uebrigens sind keineswegs alle Sporen so lange gestreckt; vielmehr existiren Uebergänge von gewöhnlichen kürzeren zu jenen länglichen Formen, und oft kann man im selben Faden Sporen von verschiedener Länge beisammen sehen.

Zum Beweise, dass diese Pilzform, die ich — nur bis zur unten folgenden Feststellung ihrer Natur einstweilen — kurz als „Eiweissbacterien" bezeichnen will, aus den Milzbrandbacterien abstammt und nicht von Pilzen, die mit dem Eigelb zufällig eingeführt werden, theile ich folgende Versuche mit.

1) 20 Saftgläschen mit je: 20 ccm 0,5 Procent Fleischextract + 1 ccm Eigelb + 2 ccm $^1/_{10}$ Normal-Natronlauge — davon 10 inficirt mit Milzbrand-Milz (zerrieben und mit pilzfreiem Wasser verdünnt), die 10 übrigen nicht inficirt.

Nach 36 Stunden: Controlgläser Aussehen unverändert, mikroskopisch keine Pilze zu finden. Von den inficirten Gläsern zeigen 6 eine ausgebildete obere Gerinnungsschichte,

4 nur einen milchigen Rand. In allen finden sich mikroskopisch die oben geschilderten „Eiweissbacterien."

2) 18 Saftgläschen je: 20 ccm 1 Procent Fleischextract + 1 ccm Eigelb + 2 ccm $^1/_{10}$ Normal-Natronlauge — davon 9 inficirt mit Milzbrand-Milz wie oben, die übrigen 9 nicht inficirt.

Nach 36 Stunden: Controlgläser im Aussehen unverändert, mikroskopisch in 2 davon vereinzelte dünne Stäbchen, in den übrigen keine Pilze. Von den inficirten Gläsern 2 total milchig, 3 zeigen obere Gerinnungsschichte, 4 nur einen weisslich gelben Gerinnungsrand. In allen finden sich mikroskopisch „Eiweissbacterien."

3) 12 Saftgläschen je: 20 ccm 0,5 Procent Fleischextract + 1 ccm Eigelb, ferner zu je 4 und 4 Zusatz von 1, 2, 3 ccm $^1/_{10}$ Normal-Natronlauge. Die Hälfte inficirt mit reincultivirten Milzbrandbacterien, die Hälfte nicht inficirt.

Nach 24 Stunden: Controlgläser Aussehen unverändert, in einem traubenförmig angeordnete Micrococcen, in einem anderen ein paar dünne kurzgliedrige Fäden gefunden, die anderen pilzfrei. Von den inficirten Gläsern, die mit 2 und 3 ccm Natronlauge versetzten milchig: „Eiweissbacterien." Die mit 1 ccm versetzten anscheinend unverändert; nach dem Umschütteln spärliche Milzbrandbacterien.

4) 15 Saftgläschen je: 20 ccm 0,5 Procent Fleischextract + 1 ccm Eigelb, ferner zu je 5 und 5 Zusatz von 2, 3, 4 ccm $^1/_{10}$ Normal-Natronlauge, diesmal vor dem Erhitzen im Dampfkessel. 9 Gläser inficirt mit reincultivirten Milzbrandbacterien. 6 Gläser nicht inficirt.

Nach 36 Stunden: Controlgläser Aussehen unverändert, mikroskopisch keine Pilze. Von den inficirten Gläsern zeigen

die mit 2 ccm Natronlauge versetzten ausgebildete obere Gerinnungsschichte, die mit 3 ccm versetzten sind milchig, die mit 4 ccm unverändert. In allen, mit Ausnahme der letzteren mikroskopisch „Eiweissbacterien."

Zu diesen Versuchen bemerke ich noch, dass dieselben nicht etwa aus einer grösseren Zahl von mehr oder minder geglückten als die günstigsten ausgewählt sind, sondern, dass ich überhaupt keine misslungenen Versuche zu verzeichnen hatte. Der Erfolg tritt jedesmal ein, doch nicht immer bis zu demselben Grade; oft ist die Veränderung nur sehr gering ausgesprochen, kann aber alsdann durch eine zweite Züchtung in der gleichen Nährlösung sicher deutlich gemacht werden.

Aus diesen Resultaten geht, wie ich glaube, mit vollständiger und jeden Einwand ausschliessender Gewissheit hervor, dass die „Eiweissbacterien" direct von den Milzbrandbacterien abstammen. Gegen die Aussaat mit Milzbrand-Milz könnte man einwenden, dass hier möglicher Weise noch andere Pilze mit eingeführt werden. Durch die Aussaat reincultivirter Milzbrandbacterien in anderen Versuchsreihen wird dieses Bedenken beseitigt. Denn ich habe schon mehrfach hervorgehoben, dass gerade die Milzbrandbacterien, weil sie die Fleischextract-Lösung klar lassen, absolut sicher und überdiess sehr leicht reincultivirt werden können. Auch der Umstand, ob man die Natronlauge erst nach der Sterilisirung der Fleischextract-Lösung oder vorher zusetzt, ändert nichts an dem Erfolge.

Es handelt sich nun um die weiteren Eigenschaften der aus den Milzbrandbacterien erzielten Pilzform. Zur Erledigung dieser Frage müssen die „Eiweissbacterien" in verschiedene bekannte Nährlösungen übertragen werden.

1) Eiweisslösung. Bereitung wie oben mit Eigelb, jedoch ohne Zusatz von Alkali. Es zeigt sich

die wichtige Erscheinung, dass die „Eiweissbacterien" nunmehr die Fähigkeit besitzen, auch in nicht alkalischer Eiweissflüssigkeit genau dieselben Veränderungen hervorzurufen, wie die Milzbrandbacterien nur bei Alkalizusatz, d. h. Bildung einer weissgelblichen, Rahm-artigen schwimmenden Gerinnselschichte mit stärkster Pilzvermehrung an der Oberfläche. Das Wachsthum ist dabei ein ungemein rasches und die Veränderung nach 20 Stunden jedesmal schon auf ihrem Höhepunkt; die Pilze sind also nunmehr auf diese Ernährungsweise angepasst. Bemerkt muss werden, dass jedesmal im Gefolge dieser intensiven Pilzentwicklung die Cultur einen schwach fauligen Geruch erhält (wie älterer Schweizerkäse, aber keine Beimengung von H_2S). Dass keine Fäulnissbacterien vorhanden sind, ergibt nicht nur die mikroskopische Untersuchung, sondern vor Allem die Controlzüchtung in verschiedene klare Nährlösungen. Es ist ganz sicher, dass diese Production flüchtiger Riechstoffe nur der chemischen Thätigkeit der „Eiweissbacterien" zugeschrieben werden darf. Ich habe mich in sehr vielen Fällen ganz bestimmt von diesem Sachverhalte überzeugt.

2) Fleischextractlösung, 1 procentig. Das Wachsthum gestaltet sich nach Ablauf der Entwicklung genau so wie es oben in der Uebersicht für die Uebergangsform II angegeben wurde. Zu erwähnen ist, dass bei dieser Ernährungsweise die Sporen nicht mehr so lang gestreckt sind wie im Eiweiss, sondern die gewöhnlichen Dimensionen der Milzbrand-Heusporen besitzen.

3) Heuaufguss (nach Roberts; 1,004 sp. G.) schwach sauer. Verhalten ebenso wie bei Uebergangsform II. Spärliches Wachsthum mit Randbildung.

4) Thierkörper; weisse Mäuse. Von 10 Mäusen wurden 2 mit je 1 cmm einer mit pilzfreiem Wasser durch

Zerreiben 100 fach verdünnten Milzbrand-Milz inficirt. Tod an Milzbrand nach 20 und 24 Stunden. Von dem gleichen Infectionsmaterial wurde in Eiweissgläschen mit Alkali ausgesät. Nach 24 Stunden noch ungenügende Pilzmenge. Desshalb übertragen in ein zweites Eiweissglas, diesmal ohne Alkali-Zusatz. Nach 20 Stunden an der Oberfläche wie immer ausserordentliche Menge milzbrandartiger Bacterien und Sporen. Von dieser oberflächlichen Schichte nunmehr je 20 cmm auf die 8 übrigen Mäuse subcutan übertragen. Alle diese Thierchen zeigten sich niemals krank und blieben am Leben.

Nehmen wir an, der Pilzgehalt der oberflächlichen Eiweissschichte sei halb so gross gewesen als jener der Milzbrand-Milz, was gewiss nicht zu viel ist, so ergibt sich hieraus, dass die in alkalischem Eiweiss gezüchteten Pilze eine mehr als tausendfache Abschwächung der infectiösen Wirksamkeit zeigen. Im Interesse der gegenwärtigen Frage lag es natürlicher Weise nicht, zu untersuchen, ob auch durch grösste Impfmengen nicht Milzbrand erzeugt werden könnte. Das negative Resultat mit dem tausendfachen der gewöhnlichen Impfmenge ist hier entscheidend; jeder Experimentator, der diese Versuche wiederholt, wird bestätigen können, dass die grössten für gewöhnlich als zulässig betrachteten Impfmengen von diesen veränderten Milzbrandbacterien unwirksam sind.

Damit, dass die Milzbrandbacterien in eine deckenbildende, mit Eigenbewegung begabte und infectiös sehr wenig wirksame Uebergangsform umgeändert sind, ist der wesentliche Theil der Ueberführung in die ächten Heubacterien erledigt. Die weitere Umwandlung vollzieht sich unter denjenigen Bedingungen, die ich in meiner früheren Mittheilung angegeben habe.

Zum Schlusse gebe ich eine Uebersicht der drei hier untersuchten Haupt-Pilzformen, woraus deren Wachsthumsverhalten in verschiedenen Medien zu entnehmen ist. Nach den Resultaten meiner Untersuchungen muss ich die ganz bestimmte Ueberzeugung aussprechen, dass diese drei Pilzformen lediglich Anpassungsformen ein und desselben Organismus, des Bacterium subtile sind[1]).

	Milzbrand-bacterien	Uebergangs-form II	Heubacterien
1 Procent Fleisch-extract	Lösung klar Wolken am Grund.	Lösung flockig getrübt, lockere, schleimige Decke, Flocken u. Deckenstücke am Grunde.	Lösung klar, feste, weisse, trockene, schwer unterzutauchende Decke.
Heuaufguss schwach sauer[2])	Keine Vermehrung	Bildung eines spärlichen weissen Randes an der Oberfläche der Flüssigkeit.	Trockene, schwer benetzbare, meist gerunzelte oder bestäubt aussehende Decke.
Thierkörper	In sehr geringer Menge infectiös: Milzbrand.	In tausendfacher Menge unwirksam; in noch grösserer infectiös: Milzbrand.	In den grössten Mengen unwirksam.

1) Auf die morphologischen Fragen werde ich, wie erwähnt, in einer demnächstigen Mittheilung eintreten. Auf das absprechende Urtheil, welches neuerdings über meine Untersuchungsresultate gefällt wurde, beabsichtige ich an anderm Ort eine eingehende Beantwortung zu geben.

2) Die Bereitung des Heuaufgusses ist hier nach dem oben S. 149 angegebenen Verfahren vorausgesetzt.

Sitzung vom 4. Februar 1882.

Herr C. W. Gümbel legt vor und bespricht
Abhandlung:

„Beiträge zur Geologie der Goldk
in Afrika."

Der stolze Name „Goldküste"[1]), welchen ein
des westafrikanischen Küstenstrichs in Oberguine
seiner Entdeckung durch die Portugiesen im 15.
hundert wegen seines grossen Reichthums an Gol
halten hatte, schien in neuerer Zeit fast ganz in Verg
heit gekommen zu sein, nachdem erst an die Stel
Eintauschgeschäftes von edlem Metall der weit einträgl
Handel mit dem „schwarzen Gold" — den Nege
getreten und dann später durch das Verbieten des Sk
handels der Verkehr mit diesem Lande mehr und
lahm gelegt worden war. Viel trug zu dieser nacl
nach eintretenden geringeren Beachtung dieses K
strichs auch der Umstand bei, dass der Reihe nach
reiche Lagerstätten in anderen, weniger ungesunden Lä
namentlich in Amerika—Brasilien, Mexiko, in neuere

---

1) Vergleiche die vorzügliche Schrift: Die Zukunft des
von Eduard Suess 1877 S. 308.

im Westen der vereinigten Staaten, dann in Australien und Südafrika aufgefunden und ausgebeutet wurden, wodurch der Zug der Goldsucher dahin abgelenkt wurde.

So sank die Goldausfuhr von der Goldküste, welche gegen Ende des 15. Jahrhunderts noch etwa 3000 kg betrug, in neuerer Zeit bis auf die Hälfte herab.[1]) Es bedurfte daher einer Combination von Umständen, um in neuester Zeit die Aufmerksamkeit wieder mehr diesem merkwürdigen Länderstriche zuzuwenden und den alten Namen neu aufleben zu lassen. Das rasche Sinken der Goldproduktion in den meisten Schwemmlandgebieten der verschiedenen Goldländer und die mindestens nicht gesteigerte Ausbeute an Gold aus den Goldgängen des westlichen Nordamerikas eifern immer mehr zum Aufsuchen neuer Lagerstätten an, welche gemäss den Nachrichten aus dem hohen Alterthume in Uebereinstimmung mit den Berichten todesmuthiger Afrikareisender ohne allen Zweifel gegen das Innere des schwarzen Erdtheils zu gefunden werden müssen. Insbesondere war es der neuerliche Vorstoss der Aschantivölker gegen die Goldküste und das dadurch wachgerufene siegreiche Vordringen der Engländer bis tief in das Binnenland, welche in den letzten Jahren die Kenntniss dieser Länderstriche wesentlich förderten und Veranlassung gaben, in der That auch neue goldreiche Ablagerungen hier zu entdecken.

Es ist vornämlich das Verdienst des erst neulich in Tacquah im Wassaugebiete verstorbenen, kühnen J. Bonnat, welcher 1866 bei seinen Forschungen in die Gefangenschaft der Aschanti gerathen und nach Kumassi geschleppt, endlich 1874 bei dem Kriegszuge der Engländer dort wieder in Freiheit gesetzt, mit erneuertem Muthe und Eifer seine Untersuchungen daselbst fortsetzte. Es glückte ihm auch

1) Ad. Soetbeer in Erg. H. zu Petermann's geogr. Mitth. 57.

bald am Ankobrah-Fluss reiche, von den Eingebornen emsig bearbeitete Goldablagerungen zu entdecken, zu deren rationellen Ausbeute er auch sofort eine Gesellschaft bildete. Ihm verdanken wir auch eine erste genaue Karte dieses Flussgebiets[1]). Der Misstand jedoch, dass die im Flussgebiete des Ankrobrah 2—2½ m unter der Oberfläche liegenden, goldhaltigen Schichten bei dem zur Regenzeit eintretenden hohen Wasserstande überschwemmt und die zur Gewinnung des Goldes abgeteuften Schächte jedesmal überfluthet und vom Wasser erfüllt wurden, wodurch die Arbeit eine andauernde Unterbrechung erleiden musste, veranlassten J. Bonnat, auf die etwa 20 km weiter östlich vom Ankobrah liegende Hügelkette bei Tacquah im Wassau-Distrikt, wo gleichfalls Gold von den Eingeborenen gegraben wurde, seine Forschungen auszudehnen. Er fand auch hier eine über Erwarten reiche Bildung von zu Tag ausstreichenden, goldführenden sog. Quarzgängen und eröffnete sofort einen erfolgreichen Goldbergbau, neben dem bald noch mehrere andere in der Nähe, namentlich die Baue der Effuenta Gold Coast Goldmining Company unter der Direktion eines Deutschen, des Herrn Paulus Dahse, aufblühten.

Ueber die näheren geologischen Verhältnisse dieses goldführenden Gebiets ist in neuerer Zeit sehr wenig mehr bekannt worden, als der kurze Bericht, den P. Merian's[2]) nach den vom Missionär Rus mitgebrachten Gesteinsproben mitgetheilt hat. J. A. Skertchly[3]), welcher 1877 einen

1) Chart of the river Ankobra (Gold Coast) 1877.

2) Bericht ü. d. Verhandl. d. naturf. Ges. in Basel. V. S. 99.

3) A visit to the Goldfields of Wassaw in Journ. R. geogr. Soc. 48. 1878. S. 274. Ausser einigen Zeitungsnachrichten ist mir sonst nichts geologisch Bemerkenswerthes bekannt geworden. Doch mag ein oder die andere Notiz versteckt in einer englischen Zeitschrift ent-

Theil dieses Landes durchforscht hat, giebt zwar an, dass dieses waldige Hügelland in mässiger Erhebung bis zu 120 m im Norden hauptsächlich aus Quarz, im Süden aus Basalt bestehe, aber nähere geologische Nachweise fehlen, und es ist nicht unwahrscheinlich, dass dunkles Hornblendegestein von diesem Forscher für Basalt angesehen wurde. Auch Lenz[1]) beschränkt sich auf einige kurze Bemerkungen, in welchen das Vorkommen Hornblendeführender Schiefer hervorgehoben wird. P. Dahse verbreitete zuerst einiges Licht über die Gesteine der Tacquah-Hügel, indem er in einem von E. Behm[2]) mitgetheilten Briefe die Gesteine der Tacquah-Goldregion mit jenen von Gongo Soco der Minas Geraës und von St. John del Rey Mining Company Brasiliens vergleicht und angiebt, dass die „Quarz-Riffe" in NNO. — SSW. Richtung auf 12 Miles weit fortstreichen. Weitere Nachrichten gab derselbe dann in einem mir vorliegenden Raport of the Effuenta Gold mines 1879 auszüglich in folgender Darstellung: „Tacquah am Fusse der Tacquahhügelkette ist die grösste Ortschaft in Wassau, welcher Distrikt 1874 zu England kam. Sie liegt zwischen 5° 20′ NB. und 1° 60′ WL. Die Tacquahhügel erstrecken sich von NNO. nach SSW. und sind näher bekannt von der Ortschaft Arbowassu in 14,4 km NNO. von Tacquah bis zu der kleinen Ortschaft Tamso, ungefähr 4,8 km SSW. von Tacquah, also auf eine Gesammtlänge von 19,2 km. Die Formation dieser Kette gehört offenbar mindestens zwei verschiedenen Perioden an. Wo jetzt die Tacquahberge sind, da muss ehedem das Bett eines Flusses oder ein Meer gewesen sein. Die Einwirkung

---

halten sein, die mir entgangen sein kann; was ich zum Voraus entschuldigend bemerken will.

1) Verhandl. d. k. geolog. Reichsanst. in Wien. 1878. S. 52, 79, 119; 148 und 168.

2) Petermann's geogr. Mitth. Bd. 26. 1880 S. 177.

von fluthendem Wasser ist ersichtlich durch die ausgewaschenen Quarzkiesel, welche bald gross, bald klein in verschiedenen Lagen durch Titaneisen oder Titaneisensand verkittet eingeschlossen sich finden. Später muss eine vulkanische Einwirkung stattgefunden haben; durch diese sind Brüche, Zerreissungen und Zerspaltungen in den Schichten entstanden, welche jetzt von unzähligen Quarzadern ausgefüllt, wie ein Netzwerk die Schichten durchsetzen. Eine weitere Ueberschwemmung scheint wahrscheinlich zur Tertiärzeit stattgefunden zu haben, durch welche die gegenwärtigen Lagen von durchweg Gold-haltigen Kiesellagen auf dem WNW.-Abhang des Bergs gebildet wurden.

Die Tiefe der Goldadern kennt man noch nicht, da auch jetzt selbst in den tiefsten Schichten die Grundlage oder Gesteinsunterlage noch nicht erreicht ist. Da Gold nun siebenmal schwerer ist als Quarz, so müssen die reichsten Lagen auf dem Untergrund gefunden werden.

Die gegenüber stehende Kette in WNW. der Tacquahhügel besteht nur aus Schiefer mit ziemlich steilem Einfallen und da dieser Schiefer unter die Tacquah-Formation einfällt und als deren Unterlage betrachtet werden muss, so ist zu erwarten, dass die reichsten Goldlager auf diese unterliegenden Gesteine zu finden sein werden und zwar ein paar hundert Fuss tiefer als die gegenwärtig tiefsten Gruben. Aber ausser diesem mächtigen, goldführenden Lager hat Effuenta noch andere Goldquellen. Zwei Hauptgänge von Quarz streichen in S.-Richtung durch das Feld und ein Stück aus dem obersten Theil des Ganges enthält nach der Probe wirklich Gold. Es ist bereits erwähnt worden, dass die ganze Effuenta- oder Tacquah-Kette von sich durchkreuzenden Quarzadern durchzogen werde, welche ohne Zweifel nicht weniger goldhaltig sein werden, wie die goldführenden Quarzschichten, die, über

den ganzen W.NW.-Abhang verbreitet, ihr Gold nur aus diesen Gängen erhalten haben können.

In den Quarzschichten des Tacquah-Thals wurde jahrjährlich von den Eingeborenen Gold gewaschen, ohne dass eine Verminderung des Metalls sich zeigt. Wenn man geeignete Pumpen anwendet, muss es leicht sein, Schächte bis auf den Thalgrund abzuteufen, wo die Quarzlager sicher viel reicher sein müssen. Die alten Baue der Eingeborenen erstrecken sich über die ganze Länge des Feldes und liegen meist auf dem Bergrücken, nur einzelne in der Nähe des Thals.

Die Eingeborenen wissen nämlich nichts von Pumpen und vom Haspel und können desshalb keine tieferen Schächte im Thal abteufen, weil sie hier auf Wasser stossen, das sie nicht zu heben verstehen, obgleich sie wissen, dass die reichsten Lagen in oder selbst unter der Thalsohle sich finden. Desshalb legen sie ihre Schächte auf den Höhen der wälderreichen Hügelkette an, wo sie nur gegen Regenwasser, nicht aber gegen das Grundwasser zu kämpfen haben. Die Gruben der Eingeborenen sind in der Regel bei 3 m Breite 3,6 m tief und gehen alsdann der Neigung der Schichten folgend noch 10 m tiefer, wo die Härte des Gesteins dem Bauen ein Ziel steckte u. s. w. Die Mächtigkeit der goldführenden Schichten mag einige hundert Fuss betragen, und ihr Gehalt wenigstens in den oberflächlichen Partien ist sehr beträchtlich, bei einer Probe sogar 33,75 Unzen auf die Tonne. Andere Proben gaben 0,2—0,75 Unzen auf die Tonne Gestein."

Ueber die Beschaffenheit der das Gold beherbergenden Gesteine ist in diesem Berichte keine nähere Angabe enthalten. Es war mir daher sehr erfreulich, durch die Güte des Herrn P. Dahse eine Anzahl von Gesteinen sowohl von den Goldminen der Tacquahhügel, wie auch aus anderen Gegenden der Goldküste, in welchen Herr Dahse die Ge-

steine selbst gesammelt hat, zur Untersuchung zu erhalten. So relativ klein die Zahl der mir vorliegenden Gesteinsproben gegenüber der Grösse des Landes, aus dem sie stammen, ist, so wirft doch die Untersuchung auch dieser wenigen Stücke ein helles Licht auf die geologische Zusammensetzung dieses Küstenstrichs und bringt ganz unerwartete Aufklärung über die Natur der goldführenden Lagen, welche man sich in der Regel nicht anders, als in Form einer Anschwemmung oder eines Ganges vorzustellen pflegt. Es dürfte daher dieser wenn auch kleine Beitrag zur Geologie der Goldküste für die Wissenschaft nicht unwillkommen sein, für die Praxis der Goldgewinnung in diesen Ländern aber einigen Nutzen gewähren.

Die sämmtlichen mir vorliegenden Gesteinsproben der Goldküste gehören mit Ausnahme einer einzigen Sandsteinbildung, welche aus der Umgegend von Accra stammt, krystallinischen Urgebirgsfelsarten, namentlich Quarzit-, Hornblende-, Diorit- und chloritischem Schiefer, Phyllit- und Pegmatitartigem, grobkörnigem Granite an. Es wird dadurch wahrscheinlich gemacht, dass die im Gebirgslande von Oberguinea nach ziemlich zahlreichen Nachrichten weit verbreiteten Urgebirgsfelsarten wie Granit, Diorit, Porphyr und krystallinischer Schiefer auch das Gebiet der Goldküste beherrschen und hier bis zum Meere vordringen. Daraus ergiebt sich von selbst die innige Beziehung, welche sich zwischen diesen Ländern rücksichtlich des Vorkommens von reichen Goldablagerungen bemerkbar macht.

Es ist hervorzuheben, dass unter den sämmtlichen, mir vorliegenden zahlreichen Quarzproben keine einzige ist, welche mit Sicherheit als aus einem Gang stammend sich zu erkennen gäbe, insbesondere müssen die goldhaltigen Stücke ausnahmsweise als solche bezeichnet werden, welche durchweg dem geschichteten Quarzit und Quarzitschiefer sich anreihen.

Wenn daher die Reiseberichte fast ausnahmslos von goldreichen Quarzgängen sprechen, so ist das immer mit Vorsicht aufzunehmen, weil die meisten Reisenden von vorne herein nur von Goldadern oder -Gängen gehört haben und von dieser Vorstellung befangen, anstehendes goldführendes Gestein überhaupt als gangförmig anzusprechen pflegen, was auch in Tacquah nach dem Vorausgehenden der Fall zu sein scheint und Grund ist von der unklaren Vorstellung, welche man sich hier über das Goldgestein und die Art des Goldvorkommens gemacht hat.

Eine zweite Kategorie von Goldlagerstätten bilden neben den Gängen die Alluvionen, die Anschwemmungen, aus welchen wohl das meiste Gold durch den Waschprocess selbst von den unkultivirtesten Völkern seit unvordenklichen Zeiten gewonnen wurde. Solche Alluvionen finden sich vorherrschend in den Flussthälern. Doch kommen auch ausserhalb den Thalvertiefungen, selbst in gebirgigen Gegenden goldhaltige, oberflächliche Ablagerungen vor, welche durch eine Verwitterung und Zersetzung des im Untergrund anstehenden, das Gold enthaltenden Gesteins oder durch die Abschwemmung solcher aufgelockerten Felsarten entstanden sind. In dem Gebiet der Goldküste sind es hauptsächlich solche Anschwemmungen, sowohl an der Küste und in den Flussthälern als auch in den höherliegenden, mehr hügeligen Gegenden, aus welchen die Neger das Gold gewinnen. Dass aber stellenweis eigenthümliche Verhältnisse herrschen, unter welchen das Gold vorkommt, geht schon daraus hervor, dass manche von den Eingeborenen ausgebeutete Goldgruben, nicht einfach senkrecht abgeteuft sind, wie es bei Alluvialablagerungen der Fall sein müsste, sondern unter einem schiefen Winkel nach der Tiefe zu abgesenkt sind, was darauf hindeutet, dass in solchen Fällen die Baue nach den Schichtenlagen eines zersetzten, goldführenden, unter einem schiefen Winkel ein-

fallenden Gesteins geführt werden, wobei diese Lagen nach dem Einfallen nur soweit verfolgt werden können, als es die geringere Härte der Gebirgsart gegen das Ausgehende zu bei der Unvollkommenheit der Werkzeuge den Negern gestattet. Auf diese Weise wurden namentlich auch viele der Schächte in den Tacquah-Hügeln nach der Beschreibung Dahse's von den Negern in anstehenden Gesteinslagen abgeteuft, während daneben andere Schächte auf den abgeschwemmten Alluvionen betrieben wurden.

Schon lange bevor diese Küstenländer von den Europäern entdeckt und in den Verkehr gezogen wurden, hatten die Eingeborenen hier aus den goldführenden, kiesigen, sandigen und thonigen Lagen der Alluvionen der Flüsse oder aus dem zersetzten Gestein der hügeligen Gegenden Gold in beträchtlicher Menge gewonnen und in den Tauschverkehr gebracht. Bekannt ist, dass die Eingeborenen, namentlich die Bewohner Senegambiens und die Aschanti sehr geschickt sind in Goldarbeiten und es von jeher vortrefflich verstanden, aus Gold reichverzierte Prunkgefässe und Schmuckgegenstände herstellen. Seit dem 15. Jahrhundert erst begann der Tauschhandel des Goldes mit Europa. Zwar rühmen sich die Franzosen[1]), die Ersten gewesen zu sein, welche schon 1382 von den Eingeborenen aus der Gegend von El Mina Gold eingetauscht und nach Europa gebracht haben, doch gebührt ohne Zweifel den Portugiesen das Verdienst, den lebhaften Verkehr mit der Goldküste eingeleitet zu haben, nachdem Goncales Baldeza 1442 von seiner ersten Entdeckungsreise reichliche Menge Gold zurückgebracht und eine Gesellschaft, an welcher auch Prinz Heinrich sich betheiligte, in Portugal sich gebildet hatte, um den Goldhandel weiter zu betreiben. Bald darnach (1471) fanden Joao de Santarem und Pedro Escobar einen

1) Daily news of 30 th Ag. 1879.

überaus goldreichen Punkt an dieser Küste, den sie Oro de la mina — das jetzige El Mina — nannten und von da floss ein wahrer Strom von Gold nach Europa. Die Portugiesen glaubten durch eine päbstliche Bulle, welche ihnen das alleinige Recht über diesen Küstenstrich zusprach, sich des ausschliesslichen Besitzes versichern zu können; allein trotz der Bulle strömten aus England, Frankreich und Holland zahlreiche Goldsucher herbei, um sich in die reiche Beute zu theilen und selbst der grosse Churfürst von Preussen suchte sich durch Errichtung eines befestigten Platzes — G. Friedrichsburg — und durch die Anlagen von Faktoreien 1682 einen Antheil an diesen Goldreichthum zu verschaffen. Später (1720) ging diese deutsche Ansiedelung leider in holländischen Besitz und schliesslich, wie der ganze Küstenstrich, an die Krone Englands über, welche das ganze Land vom Volta-Fluss bis zur Tando-Lagune 1874 zu einer englischen Colonie erhob und auf diese Weise sich den Zugang zu einem grossen Theil des westafrikanischen Binnenlandes sicherte.

Ueber die höchst primitive Art, in welcher das Gold von den Eingeborenen im ganzen Küstenstrich an sehr zahlreichen Stellen gewonnen wurde oder wird, erhalten wir übereinstimmende Berichte von vielen Reisenden. Wie bereits früher erwähnt, graben die Neger überall in gleicher Weise die Schächte von 3, höchstens 9 m Tiefe, meist einen an den anderen gereiht und oft so dicht neben dem Wege angesetzt, dass man unter steter Gefahr, in die Löcher zu fallen, mühsam zwischen den einzelnen Gruben im Zickzack gehend sich einen Durchgang suchen muss. Diese Schächte sind ohne allen Ausbau oder Zimmerung, wesshalb sie auch häufig zusammenstürzen und die Arbeiter mit begraben. Daher gehen die Neger nicht gern tiefer nieder, als etwa mannshoch, um nicht der Gefahr ausgesetzt zu sein, verschüttet zu werden. Das in den Schächten gewonnene gold-

haltige Material wird in Kürbisflaschen oder Thongefässe gefüllt, an seilartig zusammengebundenen Tuchstreifen in die Höhe zu Tage gezogen und verwaschen. Ist das Gold in festerem Gestein eingeschlossen, so wird dieses vorher erst fein zerstossen. Da die Neger keine Hilfsmittel besitzen, etwa durch Pumpen das Wasser aus den Schächten zu entfernen, so können sie nur so tief graben, bis sie auf Wasser stossen und müssen an den meisten Stellen, namentlich in den Flussthälern während der jährlich wiederkehrenden Regenzeit die Arbeit meist ganz aussetzen. Häufig kommt es vor, dass dabei die Gruben völlig zusammenfallen und man später genöthigt ist, neben den alten neue Schächte anzulegen. Diese Verhältnisse waren auch die Veranlassung, dass, wie schon angeführt wurde, Bonnat das Ankobrah-Thal trotz seiner reichen Goldalluvionen verliess und die höher gelegenen Tacquah-Hügel aufsuchte, wo durch die Eingeborenen in sehr ausgedehnter Weise Gold gewonnen wurde.

Skertchly[1]), welcher 1877 diese Goldgräbereien der Neger in den Tacquah-Hügeln besuchte, giebt eine nähere Schilderung von den hier üblichen Arbeiten der Eingeborenen. Er fand bei seinem Besuche gegen 6000 Männer und Frauen mit der Gewinnung von Gold beschäftigt und das Land meilenweit von Gruben wie durchlöchert. Dabei zeigt es sich, dass das Gold zum Theil abweichend von anderen Orten, in einer Reihe paralleler Riffe (reefs) vorkommt, welche unter einem Winkel von 45° einschiessen und zwischen Lagen harten Quarzes und quarzähnlichen Gesteins von röthlicher Farbe und schmierigem Aussehen eingeschlossen ist. Auch hier liegen die Schächte, wie anderwärts, dicht neben einander längs der Wege oder selbst

1) A visit to the Goldfield of Wassa in Journ. R. geogr. Soc. 1878. L.-8. 274.

in denselben und sind bei einem Durchmesser von 0,6 m meist gegen 2,5 m tief, und dabei ohne Auszimmerung. Bei ihrer Grabarbeit bedienen sich die Neger eiserner Hauen von ungefähr 5 cm Breite und 10 — 15 cm Länge und verrichten ihre Arbeit in den engen Schächten, in deren sie sich kaum umdrehen können, knieend. Zum Auf- und Absteigen hauen sie Löcher in die Schachtwände, um die Fusszehen in dieselben zu setzen. Im Uebrigen ist die Gewinnung der goldhaltigen Masse wie anderwärts. Das Gold findet sich theils in Anschwemmungen oder in Riffen. In erstem Falle kommt das Gold in oder unter einer Lage von blauem Thon vor, der auf einem Untergrund von hartem Fels oder auf Kies aufliegt. An manchen Stellen ist aller sandige Kies bis zur Oberfläche herauf goldhaltig. Im zweiten Falle streichen die Riffe (reefs), welche bearbeitet werden, auf einem westlich sich erstreckenden Hügel mit demselben fort und werden im Hangenden und Liegenden von einem Syenit (?), der so hart wie Feuerstein ist, begleitet. Da die Eingeborenen derartige harte Gesteine nicht bearbeiten können, so müssen sie solche Riffe, welche nicht mächtig genug sind, um für sich den erforderlichen Arbeitsraum zu geben, unbebaut lassen. Auf diesen Riffen sind die Schächte nach dem Einfallen schief unter 45° auf eine Tiefe von beiläufig 12 m abgesenkt; dabei bedient man sich bereits schon besserer Werkzeuge, nämlich des Hammers und des Meisels, sowie auch der Lampe mit Palmöl. Zum Einsteigen in die tiefen Schächte, die aber meist mit einem Wetterdach versehen sind, benützt man wohl auch roh gezimmerte Fahrten. In einem Tage können zwei Arbeiter etwa 0,03 cbm Gestein gewinnen, welches mittelst einer an einem Tuch gebundenen Kürbisflasche zu Tage gefördert wird. Dieses Material kommt nun in die Hütten, wo es mit Hämmern zu Pulver zerschlagen und auf einer geneigten Steinplatte mit einer Art Walze förmlich

in Staub zerrieben wird. Den feinen Staub sammelt man am unteren Ende der schiefliegenden Platte in untergehaltene Gefässe, um ihn zu verwaschen. Diese Arbeit der Aufbereitung pflegen die Neger während der Nacht vorzunehmen, wobei sie sich die Zeit mit Gesang und Branntweintrinken verkürzen. Zur trockenen Jahreszeit strömen aus allen Theilen der Goldküste die Eingeborenen hieher nach Wassau um Gold zu graben; was die Neger mit dem Goldstaub weiter machen, weiss Skertchly nicht anzugeben. Das, was davon nach Europa kommt, ist nur ein geringer Theil. Die grössere Menge soll von den Negern in den Boden ihrer Hütten vergraben werden und Skertchly meint, dass auf diese Art Millionen vergraben liegen und dass es ein sehr lohnendes Geschäft wäre, diese vergrabenen Schätze wieder auferstehen zu lassen.

Das westafrikanische Gold ist nach den Untersuchungen von Wiebel[1]) in Staubform sehr rein, dagegen als sog. Körnergold enthält es oft bis zur Hälfte andere Metalle, Silber, Kupfer, Zink, Zinn und Blei.

Ueber den neuesten Stand des Goldbergbaus in den Tacquah-Hügeln hat mir Herr P. Dahse noch einige weitere briefliche Mittheilungen gemacht, die zur näheren Orientirung dienen können.

Darnach wurde auf dem Effuenta-Bergwerke ein bereits 43½ m langer Stollen in's Gebirge getrieben und damit das 4 m mächtige goldhaltige Haupt-Lager erreicht, in dessen Sohle ein quarziges Gestein ansteht. Auch setzen in geringen Abständen Quarzgänge durch das Gestein, die aber kein Gold enthalten.

---

1) Das Gold der Goldküste in den Mittheil. über neue Erwerb. d. naturhist. Museums in Hamburg als Nachtrag zum Osterprogramme d. acad. Gymnasiums von 1850. S. 36.

Aus diesen Gruben liegen mir zahlreiche Gesteinsproben vor, die ich näher untersucht habe, und über welche ich zunächst Bericht erstatten will.

1) Tacquah-Hügel im Wassaugebiete.

Die vorherrschenden Gesteine der Tacquah-Hügel gehören in die Reihe der krystallinischen Urgebirgsschiefer, bei welchen der Quarz den weitaus vorwaltenden Bestandtheil ausmacht. Es sind bald wohlgeschichtete Quarzitschiefer, bald mehr ins dichte übergehende Quarzite, welche die Reihe eröffnen. Dazu gehört auch die Felsmasse, welche Gold in kleinen Theilchen enthält und als das eigentliche gold führende Gestein abgebaut wird.

Dasselbe ist deutlich und z. Th. dünnstreifig geschichtet und besteht vorwaltend aus krystallinisch-körnigem Quarz und Eisenglanzkörnchen, denen silberweisse Glimmerschüppchen namentlich auf den Schichtflächen sich beigesellen. Es ist ein typischer Itabirit, ganz von der Beschaffenheit des Jacotinga-Gesteins von Minas Geraës Brasiliens. Das Vorkommen des Goldes ist hier mithin an ein geschichtetes Lagergestein von quarziger Natur gebunden und abgesehen von den secundär daraus entstandenen Goldalluvionen durchaus als ein lagerförmiges im anstehenden etwa unter 45° einfallenden Itabiritschiefer anzusehen, was von sehr grosser technischer Wichtigkeit ist. Goldgänge fehlen hier gänzlich. Die Quarztheilchen dieses Itabirits sind wasserhell, enthalten spärlich sehr kleine schwarze Nädelchen wahrscheinlich von Turmalin, feine Staubtheilchen, zahlreiche kleine Bläschen, hie und da grünliche und rothbraune Blättchen und streifenweis ein silberweisses glimmerartiges Mineral. Stellenweise geht die Quarzsubstanz in eine dichte, milchig-weisse Masse über, welche oft in linsenförmigen Ausscheidungen oder Putzen in die

Breite ausgedehnt den regelmässigen Verlauf der Schichtung unterbricht. Solche Putzen verleihen, wenn sie häufiger auftreten und eine rundliche Form annehmen, dem Schiefer ein conglomeratartiges Aussehen. An solchen Quarzausscheidungen pflegen auch grössere Anhäufungen der glimmerartigen Schuppen sich einzustellen, welche jedoch nicht rein für sich isolirt werden konnten, um eine Analyse vorzunehmen. Die vorgenommenen Versuche zeigen, dass dieses Mineral durch Schwefelsäure zersetzt wird und ein kieselsäurereiches, kalihaltiges Thonerdesilikat aus der Gruppe des weissen Glimmer darstellt.

Die kleinen Eisenglanzkörnchen liegen entweder zerstreut und zu kleinen Häufchen gruppirt zwischen den Quarztheilchen oder bilden dicht aneinander geschlossen derbere Streifchen und Lagen von tiefschwarzer Farbe zwischen helleren Quarzschichten. Ein geringer Gehalt an Titan deutet auf eine Beimengung von Titaneisen. Magneteisen konnte nicht sicher nachgewiesen werden, doch wirkt das Gestein im Grossen sehr schwach auf die Magnetnadel. Das Gold kommt als ein accessorischer Gemengtheil fein eingesprengt sowohl in den quarzigen wie eisenglanzreicheren Streifchen in dünnen Blättchen, rundlichen Kügelchen (vielleicht erst durch die Gewinnungsart abgerundet) und in kleinsten Körnchen vor. An letzteren bemerkt man oft eine plattförmig verzerrte oktaëdrische Krystallform. Doch sah ich auch einzelne mehr regelmässige Oktaëderchen mit abgestumpften Kanten bis zu einem Gewicht von über 1 mgr. Das Gold ist zum Theil so fein vertheilt, dass man es mit unbewaffnetem Auge nicht erkennen kann, selbst wenn man das Gestein befeuchtet. Solche Theilchen lassen sich schwierig durch den Schlämmprozess gewinnen und diesem Umstande ist es wohl zuzuschreiben, dass man durch die nasse Ausbereitung nicht den ganzen Goldgehalt des Gesteins zu gewinnen im Stande ist. Es sollen die ge-

wonnenen Gesteine der Effuenta-Goldmine im grossen Durchschnitte 0,2 Unzen[1]) auf die Tonne Gold enthalten. Nach meinen Versuchen lässt sich das fein vertheilte Gold nahezu vollständig durch Behandlung mit Chlorwasser ausziehen. Ich möchte diese Methode der bei der Entgoldung der Kiesrückstände schon im Grossen erprobten Extraktion auch für das fein vertheilte Gold des Tacquah-Gesteins als geeignet erachten, die grossen Verluste des Schlämmprozesses zu vermeiden.

Es ist wohl kaum zweifelhaft, dass die zahlreichen Goldalluvionen der Goldküste bis tief ins Innere von Afrika hinein, aus welchen durch Schlämmen Gold gewonnen wird, dem gleichen oder ähnlichen Urgebirgsschiefer ihren Ursprung verdanken und dass sie aus der oberflächlichen Zersetzung oder Auflockerung solcher goldführenden Schichtgesteine des Itabirits oder goldhaltigen Kieses der Hornblendeschiefer durch die natürliche Separation des fliessenden Wassers, nicht aber aus der Zertrümmerung von Quarzgängen erzeugt worden sind. Darauf deutet mit Bestimmtheit die fast beständige Vermengung des afrikanischen Goldstaubs mit Eisenerzkörnchen, wie Raffenel's[2]) und Dupuis[3]) Berichte andeuten. Auch in Tacquah selbst finden sich beide Arten des Goldvorkommens neben einander vor, in den Anschwemmungen, welche aus der Verwitterung der zu Tage ausgehenden Itabiritfelsen entstanden sind, und in den ursprünglichen goldführenden Gesteinsschichten des Itabirits. Beide wurden, wie aus den mitgetheilten Berichten hervorgeht, auch schon von den Eingeborenen bearbeitet, die letzteren jedoch nur in den Fällen, in welchen die goldführenden Schichtgesteine in Folge einer bis zu meist nur

1) 1 Unze = 31,1 Gramm.

2) Voyage dans l'Afrique occidentale en 1843 et 1844.

3) Journal of a residence in Ashantee 1824.

geringer Tiefe reichenden Zersetzung so mürbe und leicht zu bearbeiten waren, dass selbst die Neger mit ihren unvollkommenen Werkzeugen noch eindringen konnten.

Es liegen mir mehrere, fast mit den Fingern zerdrückbare Proben von Tacquahgestein vor, welche reich an Gold sind und ganz unzweideutig erkennen lassen, dass sie nichts anderes sind, als mürber, aufgelockerter Itabirit. Diess erklärt nun auch zur Genüge die Schilderung der Art, wie die Eingeborenen ihre Schächte schief, nämlich nach dem steilen Einfallen der Gesteinsschichten abgeteuft haben. In der Tiefe, in welcher das Gestein anfängt in Folge geringerer Zersetzung fester zu werden, mussten aber die Neger ihre Arbeiten einstellen.

Die Entdeckung einer an sich sehr seltenen Gesteinsart — des Itabirits — und die Thatsache, dass dieser Itabirit auch als das Muttergestein goldführender Einlagerungen in dem Goldküstengebiet sich erweist, gewinnen, abgesehen von dem allgemeinen wissenschaftlichen Interesse eine grosse praktische Wichtigkeit. Das Vorkommen des Goldes in ausgebreiteten, mächtigen, weit fortstreichenden Urgebirgsschichten, nicht auf vereinzelnten Quarzgängen, wie man bisher vermuthete, scheint mir diesen westafrikanischen Goldfeldern eine bis jetzt weit unterschätzte Bedeutung zu verleihen und für die nächste Zukunft den Weg vorzuzeichnen, der im Stande ist, uns zu einer langandauernden Bezugsquelle von Gold hinzuführen. Denn weder die, wenn auch noch so weit verbreiteten und stellenweise reichen, aber gewöhnlich nicht sehr mächtigen und bald erschöpften, sekundären Ablagerungen der Goldalluvionen sind es meiner Ansicht nach, bei welchen auf einen andauernden Bezug von Gold gerechnet werden darf, noch können die meist schmalen, selten weit aushaltenden, steil gestellten, nach der Tiefe zu schwierig und kostspielig zu bearbeitenden Goldgänge als die Quellen gelten, aus welchen für

dauernde Zeiten der Bedarf an Gold geschöpft werden kann. Vielmehr scheinen nur diejenigen Schichtgesteine der krystallinischen Gesteinsreihen, welche Gold eingesprengt enthalten, bei ihrer meist beträchtlichen Mächtigkeit, bei ihrer streichenden Ausdehnung über weite Länderstrecken oft in mehrfacher Wiederholung der Lagen und bei ihrem Niedersetzen in höchst beträchtliche Tiefen trotz ihres relativ geringeren Gehaltes allein die Garantie für eine nahezu unerschöpfliche Goldgewinnung zu bieten. Auf ihnen dürfte daher die Zukunft des Goldbezugs beruhen. Bei dem in neuerer Zeit eingetretenen raschen Rückgang der Goldproduktion aus den Anschwemmungsfeldern, namentlich den australischen, und bei der wenigstens sich nicht steigernden Ausbeute im westlichen Nordamerika richten sich die Blicke mehr und mehr wieder den Goldfeldern Afrika's zu und wenn es auch hier früher vorherrschend Goldseifen waren, die reiche Ausbeute lieferten, so hat es doch alle Wahrscheinlichkeit für sich, dass der wahre Goldreichthum dieses Erdtheils nicht blos an der Goldküste, sondern auch im Lande der Aschanti, im Gebiete von Wangara, Bûre, Bambûk, am oberen Senegal u. s. w. auf dem Vorkommen krystallinischer, goldführender Schiefergesteine beruht, und dass der geregelte Bergbau auf diesen Lagerstätten eine grosse hoffnungsvolle Zukunft hat. Dass die Urgebirgsfelsarten in Afrika eine grossartige Verbreitung besitzen, lässt sich aus vielen Reiseberichten entnehmen, dass aber insbesondere auch der sonst spärlich gefundene, so ausgezeichnete Itabirit — vielleicht noch an vielen Stellen goldhaltig — dabei eine grosse Rolle spielt, beweist das Auffinden dieses Itabirits-Schiefers auch im Okande-Land an den Stromschnellen des Ogowai in Südguinea, wie es scheint unter ganz ähnlichen Verhältnissen, wie im Wassaugebiet, von welchem Lenz[1]) berichtet.

1) Verhandl. d. k. geol. Reichsanstalt in Wien 1878. S. 148 und 168.

Aus dem Tacquah-Gebiet liegt mir, wie ich wiederholt bemerken will, kein einziges Gesteinsstück vor, das auf das Vorkommen goldführender Quarzgänge sich deuten liesse. Es durchsetzen zwar den Itabirit nicht selten Quarzadern, wie das bei krystallinischen Schiefern so oft vorkommt, es sind das aber keine eigentlichen Erzgänge, sondern nur untergeordnete Kluftausfüllungen und Sekretionen des Schiefers.

Aus dem benachbarten Gebiete der Tacquah-Hügel stammen weiter eine Reihe von Quarzitschieferproben, die beweisen, dass die krystallinischen Schiefer sich auch über einen im Osten von Tacquah gelegenen Gebirgszug ausdehnen. Nach Herrn Dahse's Mittheilung trifft man auch hier goldreiches Gestein an, welches bereits von einer Londoner Firma in Bearbeitung genommen ist. Der Fundpunkt scheint in die NO.-Streichlinie der Schichten von Tacquah zu fallen und eine Fortsetzung dieses Hügelzugs zu bilden. Eine Gesteinsprobe mit Goldspuren aus diesem Zuge gehört einem sehr feinkörnigen, ins Dichte übergehenden, jedoch dünn gestreiften Quarzitschiefer mit reichlichen Glimmerbeimengungen an.

Westlich von Tacquah tritt Phyllit auf und setzt eine ziemlich hohe Bergkuppe zusammen. Dieser Phyllit ist grünlich gefärbt, chloritisch und zeigt auf den Schichtflächen eine feine Parallelfaltelung in der ausgezeichnetsten Weise. Durch Verwitterung und Zersetzung entsteht aus demselben eine weiche, thonige, rothe Masse, welche Einigem von dem, was man unter der Bezeichnung Laterit zusammenfasst, gleich kommt. Magneteisen ist reichlich in diesem Phyllit eingesprengt, ebenso finden sich kleine, intensivblaue Nädelchen vor, welche wahrscheinlich aus Cyanit bestehen.

2) Ankobrahgebiet.

Etwa 20 km im Westen der Tacquah-Hügel schneidet das Thal des Ankobrahflusses mit steilen Uferrändern tief ins Land ein. Auf der Sohle des schmalen Thals werden von der Mündung des Bonsah aufwärts gegen Aodua, wie im Bonsah-Thale selbst, zahlreiche, sehr ergiebige Goldseifen betrieben, welche jedoch, wie schon früher erwähnt wurde, den Ueberschwemmungen zur Regenzeit ausgesetzt sind. Jenseits des Flusses hebt sich das Land wieder zu einem höheren Gebirgszug und auch hier wird bei Mankuma Gold aus anstehendem Gestein gewonnen, welches den Gegenflügel zum Tacquahzug zu bilden scheint.

Der Ankobrahfluss mündet unfern Axim ins Meer. Etwa 40 km oberhalb seiner Mündung steht goldreiches Quarzgestein an. Ein daher stammendes Stück von derbem Quarz mit reichlich eingesprengten Goldblättchen zeigt deutlich Uebergänge in Quarzitschiefer. Einzelne eingemengte Eisenglanzkörnchen deuten auf seine Zugehörigkeit zur Formation des Itabirits.

Weiter flussabwärts etwa 16 km oberhalb der Mündung treten grosse Felsen zu Tag. Diese bestehen aus einem stark zersetzten braunen Gestein mit vorherrschend dichter felsitischer Grundmasse, in welcher reichlich eingesprengte Orthoklaskryställchen neben Plagioklas und vereinzelnten rundlichen Quarzkörnchen eingebettet liegen. Zahlreiche braune Schuppen ähneln zersetzten Chloritblättchen. Die Felsart gewinnt dadurch ein porphyrähnliches Aussehen; doch deutet eine gewisse streifenweise Anordnung der Gesteinsgemengtheile auf eine sehr dichte Schieferart hin. Magnet- oder Titaneisen ist spärlich, Schwefelkies dagegen reichlich eingesprengt und von seiner Zersetzung rührt hauptsächlich die braune Färbung und der veränderte Zu-

stand des Gesteins her, welche die nähere Untersuchung desselben sehr erschweren. Ob der Schwefelkies dieses Gesteins goldhaltig sei, konnte bei der geringen Menge des zur Verfügung stehenden Materials nicht ermittelt werden.

3) Axim.

An der Meeresküste bei Axim, einem Landungsplatz für diesen Küstenstrich, an der Mündung des Ankobrah-Flusses trifft man vorherrschend grün gefärbte Gesteine. Unter den mir vorliegenden Proben aus dieser Gegend erregt vor allem ein sehr schön ausgebildeter Diorit von mittlerem Korn die Aufmerksamkeit. Er scheint anstehenden Felsen entnommen zu sein. Die übrigen von Axim stammenden Proben sind abgerollte Stücke, darunter ein chloritisches Gestein mit eingesprengtem Schwefelkies. Ein rothgefärbtes, weiches, thoniges Rollstück entspricht dem zersetzten Phyllit, wie er aus der Nähe von Tacquah erwähnt wurde. Es wird angeführt, dass auch bei Axim goldführende Quarzgesteine bis unmittelbar an die Meeresküste reichen sollen.

Ungefähr 20 km in SO. von Axim springt das schmale, spitze Cape three points mit zackigen Felsen weit ins Meer vor. Nach einem aus dieser Gegend kommenden Gesteinsstück herrschen auch hier quarzitische Urgebirgsgesteine. Ein sehr zerfressenes, poröses durch und durch vom Brauneisenstein durchzogenes Stück lässt sich ungezwungen als zersetzter Itabirit deuten. Es ist bemerkenswerth, dass wenn man die Streichrichtung, welche die Schiefer der Tacquah-Hügel einhalten, weiter fortgesetzt sich denkt, diese nahe bei Cape three points die Meeresküste erreichen würde. Vielleicht gehört die erwähnte Probe der Fortsetzung dieser Schieferzone an.

4) Accra.

Aus dem östlichen Theil der Goldküste liegen mir mehrere Gesteinsproben vor, die beweisen, dass auch in dieser Gegend die Urgebirgsfelsarten vorherrschen. Nur unmittelbar an der Küste bei Accra findet sich eine entschieden jüngere Gesteinsbildung, welche aus einem wohlgeschichteten intensivrothen und hellgelb gefärbten Sandstein mit weissen Glimmerblättchen besteht. Derselbe wird als Baustein gewonnen und in Accra verwendet. Lenz[1]) erwähnt diesen Sandstein gleichfalls und gibt an, dass zwischen den Sandsteinbänken fussmächtige Zwischenlagen eines sehr groben Quarzgerölls sich finden und dass die Schichten deutlich unter einem Winkel von einigen 40° nach NO. einfallen. Eine nähere Altersbestimmung dieser Schichten ist bei dem Mangel an Versteinerungen nicht möglich.

Ein ähnlicher Sandstein scheint auch bei Elmina an der Küste anzustehen, den P. Merian[2]) sogar mit Buntsandstein vergleicht.

Die Accra zunächst liegenden Hügel ragen kaum 45—60 m über dem Meere meist in einzelnen getrennten Kuppen aus der Ebene hervor und folgen, wo sie sich zu Höhenzügen zusammenschliessen, einer SO.—NW.-Richtung. Aus einem solchen Hügel etwa 3 km von Accra entfernt, stammt ein feinkörniger, in's Schieferige übergehender Quarzit mit feinen weissen Glimmerschüppchen. Gold konnte darin nicht gefunden werden. Doch sollen nach Herrn Dahse auch bei Accra sich Goldablagerungen vorfinden, die aber zu geringhaltig sind, um einen lohnenden Gewinn abzuwerfen.

---

1) Verh. d. k. geol. Reichsanst. in Wien. 1878. S. 120.
2) a. a. O. S. 100.

Merian[1]) erwähnt aus der Nähe von Accra von der Küste bei Christiansburg einen feinkörnigen Gneiss, grobkörnigen Granit und als verbreitetste Gebirgsart der Gegend einen granatführenden Hornblendeschiefer. Letzterer soll im Lande der Aschanti's allgemein herrschend sein.

Auch das benachbarte Akuapim-Gebirge beherbergt quarzitische Schiefer und Gesteine. Doch sind die Gesteinsproben aus diesem Gebirge zu unbedeutend, um mehr sagen zu können, als dass auch hier Urgebirgsbildungen vorherrschen.

5) Devil's Hill.

Reichlich sind die Gesteine, welche mir vorliegen, aus einem westlich von Accra gelegenen Küstenstriche, Devil's hill genannt, vertreten. Etwa 10 km vom Fort Winnebah westlich treten verschiedene Felsarten zu Tag, welche in ziemlich gleichbleibender Weise am Meere entlang bis Yentraldo point anhalten und in NO.-Richtung tief ins Innere des Landes fortstreichen. Es sind weit vorwaltend hornblendeführende Urgebirgsschiefer, welche von einzelnen Pegmatitgängen durchsetzt werden. Erstere sind ungemein reich an Arsen- und Schwefelkies, auch Kupferkies fehlt nicht. Wenn daher angegeben wird, dass noch zu Anfang dieses Jahrhunderts von Negern in dieser Gegend aus der oberen Erdschichte bis zu 1—2 m Tiefe sehr viel Gold gewonnen wurde und dass man die Spuren dieser Waschplätze auch heute noch sehen kann, so darf wohl angenommen werden, dass dieses Gold aus der Zersetzung der Kiese abstamme, welche so reichlich hier im Schiefer eingesprengt sind. Doch muss bemerkt werden, dass bei Mamquady, einem Dorfe am Fusse der Devil's hill sehr viel Eisenglanzsand sich findet, der auf das Vorkommen

1) a. a. O S. 99.

von Itabirit tiefer landeinwärts hinweist. Auch Zirkon soll sich im Schwemmland an dem Meeresufer vorfinden.

Devil's hill erhebt sich etwa 180 m über dem Meeresspiegel und senkt sich westwärts gegen Yentraldo point, wo ein etwa 100 m hoher Hügel diesen Gebirgszug abschliesst. Im Westen von Yentraldo point ragen an einzelnen Stellen hohe Felsen auf, welche aus quarzitischem Gesteine bestehen und hier und da von Pegmatitgängen durchsetzt werden. Ungefähr 3 km östlich vom Cape Coast und beiläufig 2,2 km vom Meere entfernt taucht ein Hügel, iron mountain genannt, auf, der aus einem eisenreichen Gestein, wie das von den Tacquah-Hügeln jedoch von geringerer Härte bestehen soll.

Kehren wir zur näheren Betrachtung der Devil's hill-Gesteine zurück, so fällt vor Allem ein Strahlsteinschiefer zunächst ins Auge, der in grossartiger Entwicklung vorzukommen scheint. Das Gestein besteht aus Nadeln von fasriger, meist hellgrüner Hornblende, welche stark dichroitisch und von kleinen Hohlräumchen erfüllt ist. Magneteisen ist nur in untergeordneter Weise, noch spärlicher Schwefelkies an der Zusammensetzung betheiligt, dagegen erscheint Quarz gleichsam als Ausfüllungsmasse zwischen den Hornblendenadeln zugleich mit einzelnen Plagioklastheilchen in pegmatitartiger Ausbildung beigemengt.

In anderen Gesteinstücken bildet der Quarz dünne Schichtenstreifchen zwischen den kurzen Nadeln gewöhnlicher dunkler hornblendereichen Lagen und verleiht dem Schiefer auf dem Querbruche ein weissgebändertes Aussehen. Die Vergesellschaftung von Quarz und Hornblende ist in diesem Gebirge eine allgemeine und durchgreifende. In den Quarzzwischenlagen und in den oft linsenförmigen Ausscheidungen stellen sich in beträchtlicher Menge Schwefelmetalle — vorherrschend Arsenkies und Schwefelkies — ein. Auch bildet der Quarz oft derbe, knollenartige Ausscheidungen. In solchen

pflegen dann in der Regel auch Nadeln von schwarzem Turmalin sich einzustellen, mitunter gleichzeitig mit Feldspath und weissem Glimmer. Bei fortschreitender Zunahme von Quarz entwickelt sich aus dem Hornblendeschiefer ein Quarzitschiefer, der in sehr typischen Stücken gleichfalls vorliegt. Die einen dieser Quarzite sind gleichförmig feinkörnig mit nur spärlichen Beimengungen von Glimmerschüppchen, meist aber reichlich durchwachsen von Turmalinnadeln und eingesprengtem Arsenkies. Auffällig ist, dass die langen Turmalinnadeln meist nicht der Schichtung parallel, sondern mehr oder weniger quer zur Schichtung gestellt sind. Auch ein axinitähnliches Mineral wurde bemerkt.

Andere Lagen bestehen aus derbem, glasartig hellem bis milchigtrübem Quarz mit spärlichen Orthoklastheilchen, Glimmerschüppchen und Turmalinnadeln; Arsenkies ist auch hierin sehr reichlich eingesprengt. Solche Quarzgesteine können leicht für Gangmassen angesehen werden, obwohl sie deutlich geschichtet sind. Alle diese Kiese sind etwas goldhaltig. Ihre Zersetzung liefert wohl den Goldgehalt der benachbarten Alluvionen, aus welchen früher Gold gewaschen wurde.

Im Gegensatz zu diesen quarzreichen Schieferarten entwickelt sich auch eine Reihe quarzarmer Gesteine, welche in Chloritschiefer verlaufen. Ein Schiefer dieser Art, etwa 10 km westlich von Winnebah am Fusse der Devil's hill am Meere anstehend, nähert sich einem Diorit mit quarzigen Zwischenlagen. Diese Schiefer enthalten häufig Turmalinnadeln.

Die chloritischen Schiefer zeigen Uebergänge in Phyllit, bei dem auf den Schichtflächen eine ausgezeichnete feine Parallelfältelung sich bemerkbar macht.

In unmittelbarer Nachbarschaft von Devil's hill gesellt sich dem Hornblendegestein auch ein schmutziggrüner Serpentin mit ausgezeichneter netzförmiger Ausbildung, wie

die Dünnschliffe wahrnehmen lassen, bei. Dieser Serpentin ist ausserordentlich reich an Arsenkies, welcher demselben, in körnige Häufchen gruppirt, eingesprengt ist.

Zu diesen krystallinischen Schiefergebilden gesellt sich weiter noch ein geologisch besonders interessantes granitisches Ganggestein, welches in zahlreichen Adern die Schiefer durchsetzt. Es ist ein grobkörniger Pegmatit von sehr mannichfacher Zusammensetzung. Die einen Stücke bestehen bloss aus weisslichem und graulich gefärbtem Quarz und weissem Glimmer, welcher in grossen blätterigen Putzen auftritt. Bei anderen Proben kommt noch nadelförmig ausgebildeter, weisser Plagioklas neben Putzen eines weichen, weissen Thonminerals, welches aus der Zersetzung von Orthoklas hervorgegangen zu sein scheint, hinzu. Bei noch anderen Stücken betheiligt sich auch Turmalin in grossen, schwarzen Nadeln an der Zusammensetzung des Pegmatits. Solche Exemplare gewinnen eine grosse Aehnlichkeit mit Varietäten, wie sie sich in Europa in England, im bayerischen Wald, in Amerika in Canada u. s. w. finden. Es lässt sich erwarten, dass bei genaueren Untersuchungen an Ort und Stelle auch in dem Pegmatit der Goldküste noch andere Mineraleinschlüsse sich werden entdecken lassen, welche an anderen Fundorten im Pegmatit sich einzustellen pflegen.

Ueber eine weitere Reihe von Gesteinsstücken der Goldküste, deren Fundort nicht näher angegeben ist, soll nur im Allgemeinen berichtet werden, dass auch diese ausschliesslich Urgebirgsfelsarten angehören und wie die meisten der bisher näher beschriebenen Gesteine reiche Einsprengungen von Arsen- und Schwefelkies enthalten. Nur zwei Exemplare unter denselben verdienen noch besonders hervorgehoben zu werden. Das eine ist ein Pegmatit, welcher dadurch ausgezeichnet ist, dass der neben Orthoklas und weissem Glimmer an der Zusammensetzung sich

betheiligende Quarz in Krystallen von allerdings rohen Umrissen ausgebildet ist. Bei dem anderen reinen quarzreichen Pegmatit stellt sich Zinnerz, in grossen Körnern eingesprengt, in so beträchtlicher Menge ein, dass das Zinnerz bis zu 22% des ganzen Gesteins ausmacht und wohl geeignet scheint, eine ausgiebige Gewinnung des Zinnerzes in Aussicht zu stellen.

Schliesslich ist noch eine Steinwaffe zu erwähnen, welche nach der Angabe des Herrn Dahse mit anderen, ähnlichen Stücken etwa 1 m unter der Oberfläche in Tacquah ausgegraben wurde. Diese unzweideutig künstlich hergestellte kleine Steinaxt gleicht vollständig den in europäischen Pfahlbauten gefundenen, meiselförmigen Exemplaren, ist 65 cm lang, 18 cm dick, vorn scharfschneidig, schwach bogenförmig zugeführt, auf den Seitenkanten etwas abgeplattet und ohne Stielöffnung. Die Gesteinsmasse, aus welcher diese Steinwaffe besteht, ist eine ziemlich weiche, leicht schabbare, grünliche, durch Verwitterung gelblich gefärbte, chloritische Felsart, welche einem dichten, chloritischen Phyllit gleich kommt. Die weiche Beschaffenheit schliesst einen Gebrauch als Waffe nahezu aus. Auch lassen sich Spuren einer stattgehabten Benützung nicht erkennen. Immerhin ist es interessant, auch in dem schwarzen Erdtheil auf Formen von Steinwaffen zu stossen, welche den prähistorischen in Europa völlig gleichkommen.

Mögen diese wenigen Bemerkungen dazu dienen, auch die deutsche Montanindustrie auf die Wichtigkeit dieses Erdstrichs nachdrücklichst aufmerksam zu machen und zur Anlage einer Handelscolonie zu veranlassen, welche dahin führen könnte und sollte, einen Küstenstrich in dem noch freien Gebiete von Westafrika für Deutschland in Besitz zu nehmen und dadurch sich einen Zugang in das Innere des hoffnungsreichen Landes zu sichern.

Herr C. W. Gümbel theilt nachstehende Abhandlung mit:

„Geologische Fragmente aus der Umgegend von Ems."

Wenn in den nachstehenden Zeilen der Versuch gemacht wird, aus einer schon so vielfach und von so ausgezeichneten Forschern geologisch untersuchten und beschriebenen Gegend einige Mittheilungen zu machen, so kann es hiebei nicht die Absicht sein, etwa die Ergebnisse vorausgegangener Forschungen überholen oder wesentlich Neues an die Stelle setzen zu wollen. Ich berichte vielmehr nur in einer ähnlichen Weise, wie man in einer interessanten Gegend neue Aussichtspunkte aufsucht, von welchen aus sich bei wechselnder Beleuchtung neue lohnende Blicke über die Landschaft gewinnen lassen, manche verdeckte Linien sich bestimmter zu erkennen geben und Contraste schärfer sich hervorheben, einen neuen Standpunkt der Vergleichung gewinnen, um die Gebirgsbildung von Ems in eine, wie mir scheint, bemerkenswerthe Parallele mit den überraschend ähnlichen geologischen Verhältnissen der gleichalterigen Gebilde in dem entfernten Fichtelgebirge, über welche ich in letzter Zeit eingehende Studien angestellt habe, zu setzen. Dieser Versuch, ein bekanntes Bild gleichsam in einem Spiegel neben einem aus fernerer

den sein, denn es liegen sehr Petrefakten-reiche Gesteinsstücke auf den Halden des sog. Neue Hoffnung-Stollens.

Die Mächtigkeit der Zwischenschicht zwischen dem Quellenzugquarzit und diesen tiefsten Petrefaktenlagen beträgt bei Ems ungefähr 100 m. Natürlich ist die horizontale Entfernung der steil einfallenden Schichten eine weit beträchtlichere.

Diese kalkhaltigen Schichten geben an dem Steilgehänge des sog. Baderlei (Concordia-Thurmberg) unterhalb des Kriegerdenkmals zu einer unter der Bezeichnung „Hanselmannhöhle" in Ems als grosse Naturmerkwürdigkeit gerühmten Erscheinung Anlass. Die Sage bezeichnet nämlich

Die Hanselmannhöhlen bei Bad Ems.
h h die Höhlen,
g Kriegerdenkmal.

die zu Tag sichtbaren Aushöhlungen der Felsen, welche unter dem Namen Hanselmannhöhlen bekannt sind, als die Eingänge in weit verzweigte unterirdische Gänge, welche zur Gewinnung von edlen Erzen ins Gebirge hineingetrieben worden seien. Andere halten sie für die früheren Ausflussöffnungen der Emser Mineralquellen. Diese Erklärungen sind aber nicht stichhaltig. Auch abgesehen davon, dass die unzweifelhaft auf die kalkhaltigen Schichten sich beschränkenden Höhlungen in einem Gestein sich vorfinden,

das kein den Gewinn lohnendes Erz, namentlich keine Silber- und Bleierze enthält, lässt es die geringe Höhe der Hohlräume, welche nicht einmal zureichen, um einen Menschen selbst auch in liegender Stellung den erforderlichen Platz für die Träger, viel weniger Raum zum Arbeiten zu gewähren, als absolut unmöglich erkennen, dass wir es hier mit einem alten Bergbau zu thun haben. Nähere Untersuchungen zeigen überdiess, dass die Höhlungen keineswegs tiefer in das Gestein fortsetzen; es sind vielmehr nur seichte unregelmässige Ausbuchtungen. Auch für die Auffassung als frühere Quellenaustrittsöffnungen lässt sich kein Anhaltspunkt gewinnen. Da diese seichten Höhlungen in den verschiedenen nachbarlich über einander liegenden starkgeneigten kalkigen Schichten nahe auf einer gleichen horizontalen Linie sich finden und ganz die Form besitzen, wie solche an steilen Felsen, welche von fliessendem Wasser benagt werden, vorkommen, so dürften diese Löcher wohl als Auswaschungen eines in früheren Zeit beträchtlich höher fliessenden Gewässers in einem damals noch weniger vertieften Thale aufzufassen sein. Dass gerade die kalkhaltigen Lagen allein diese Erscheinung wahrnehmen lassen, beruht eben auf ihrer geringeren Widerstandsfähigkeit gegen chemische und mechanische auf sie wirkende Einflüsse im Vergleich zu den benachbarten thonigen und quarzigen Schichten. Dies gibt sich sehr deutlich an den kalkhaltigen Schichten selbst zu erkennen, welche nur da stark ausgenagt und ausgehöhlt wurden, wo sie sehr kalkreich sind, während die kalkarmen Stellen in Form von vorstehenden Rippen oder Säulchen sich erhalten haben. Dadurch ist auch die unregelmässige Form der Höhlungen selbst bedingt.

Bei den quarzitischen Bänken, welche zerstreut zwischen den Thonschieferschichten eingelagert vorkommen, macht sich eine eigenthümliche Erscheinung bemerkbar. Dieselben

sind nämlich von sehr zahlreichen, meist dünnen Adern weissen Quarzes durchzogen. Die Adern verlaufen der reichlichen Zerklüftung des spröden Gesteins entsprechend vielfach senkrecht zur Schichtung, oft aber auch in Richtungen, welche mit der Zusammenfaltung der Schichten in innigster Beziehung stehen, ohne jedoch aus diesen heraus in dem benachbarten Thonschiefer fortzusetzen. Dieser Umstand deutet darauf hin, dass die offenbar durch eine Art Lateralsekretion entstandenen Quarzmassen nur in den wegen der Sprödigkeit des Quarzites bei den Verrückungen und Biegungen der Schichten mehr oder weniger offen gebliebenen Spalten und Rissen des letzteren offenen Raum zu ihrer Ausscheidung fanden, während der in dem benachbarten Thonschiefer die Spalten nach der erlittenen Zerklüftung sich wieder zusammengeschlossen haben und keinen leeren Raum zur Ansiedelung des Quarzes darboten.

Eine sehr mächtige und eigenartige Quarzitmasse, welche vorläufig bereits als Quellenzugquarzit bezeichnet wurde, setzt die dicken Felsbänke zusammen, aus welchen zunächst die berühmten Emser Quellen aufsteigen. Dieses Gestein ist äusserst fein- und gleichkörnig. Die kleinen, wasserhellen, krystallinischen Quarzkörnchen bilden darin weitaus die Hauptmasse; dazu kommen kleine, opake weisse Quarztheile mit grünlichen Thonklümpchen und schwarzen Körnchen als spärliche Beimengungen, welche vorherrschend in dünnen, den Schichtflächen parallelen Lagen angeordnet sind, so dass das Gestein trotz seines massigen Aussehens aus zahlreichen dünnen Einzellagen sich zusammensetzt, wie quer zur Lagerung genommene Dünnschliffe deutlich zeigen. In einer Mächtigkeit von beiläufig 50 m sind diese dicken Quarzitbänke von den Quellen in steilen, nackten Wänden aufsteigend in einem engen Sattel zusammengefaltet und ziehen sich als eine vorstehende Felsrippe über den Klopp in NO.-Richtung zur sog. „Schöne Aussicht" bei Kemmenau

und zu dem „Weissen Stein" bei Welschneudorf, anderseits nach SW. über den Mahlberg gegen Früchtl hin. Dieser Quarzit ist ausserordentlich arm an Versteinerungen. Er bildet zunächst am Bad Ems das tiefste, dort zu Tag ausgehende Gestein.

Koch[1]) betrachtet diese Bildung in seiner neuesten massgebenden Abhandlung als ein oberes Glied der mittleren Schichten des rheinischen Unterdevons und bezeichnet das Gestein als „Grauwacken-Quarzit" oder „Coblenz-Quarzit." Als unmittelbar darüber lagernd findet sich bei Ems das bereits beschriebene mächtige System von Thonschiefer, welcher mit dem Fichtelgebirger Nereitenthonschiefer petrographisch die grösste Aehnlichkeit besitzt. In ihm bilden schwächere plattige Quarzitbänke und die beschriebene kalkreiche Grauwacke der Hanselmannhöhlen häufige Zwischenlagen. Die meist kieselreichen, thonig-schiefrigen Lagen enthalten in grosser Menge die bekannten Algen: *Chondrites antiquus* Sternb. und *Haliserites Dechenianus* Göpp. Koch nennt sie desshalb „Chondriten-Schiefer" und „Plattensandsteine" und weist ihnen eine Stelle in den oberen Schichten des rheinischen Unterdevon über dem Grauwacke-Quarzit[2]) an. Frisch geförderte Gesteinsmassen dieser Art auf der Halde des „Neuen Hoffnungsstollens" und auf der Pfingstwiese im Arzbachthale enthalten diese Algen, über deren Pflanzennatur wohl kein Zweifel aufkommen kann, in besonderer Schönheit. Ich habe mich vergeblich bemüht in dem ganzen Schiefercomplex, welcher den Gebirgsrücken zwischen Ems und Dausenau, den Concordiaberg, zusammensetzt, dann am Winterberg, Mahlberg, auf beiden Seiten des Arzbachthales und lahnabwärts bei Fachbach und Nievern ausstreicht,

1) A. A. O. S. 211.

2) Wenn H. Maurer (N. Jahrb. 1882 S. 24) diesem Schiefer eine andere Stellung unter dem Quarzit anweist, so entspricht diess wenigstens nicht den Lagerungsverhältnissen bei Bad Ems.

Anhaltspunkte zu einer weiteren Gliederung aufzufinden und ich möchte daher vermuthen, dass diese ganze Reihe als ein zusammengehöriges Ganze dem sog. Chondritenschiefer zuzutheilen sei. Erst mehr westlich von Dausenau taucht der Emser Quarzit wieder aus der Tiefe des Thals empor und bildet einen gegen Welschneudorf und Kirschheimersborn fortstreichenden Rücken. Seine Schichten neigen sich bei Dausenau nach SO., so dass die grüngrauen Schichten, welche weiter lahnaufwärts gegen Nassau am Oberberg und Hömberg mit gleicher Neigung auftreten, das Hangende des Quarzites bilden. Indessen haben diese Schiefer, welche von der Grube Augusta bei Dausenau durchörtert werden, ein gegen die genannten Chondritenschiefer etwas abweichende Beschaffenheit; sie sind entschiedener fettglänzender, feiner und enthalten häufiger Quarzlinsen, an welchen sich ein grünes chloritisches Mineral reichlich ausgeschieden zeigt. Es scheint daher die Annahme Koch's wohl begründet, dass diese Schiefer, obgleich ich in ihnen auf der Halde der Augustazeche bei Dausenau ähnliche Algenüberreste fand wie in den Chondritenschiefern des Arzbachthales, einer normal unter dem Emser Quarzit liegenden älteren Thonschieferstufe, welche Koch als Wisperschiefer bezeichnet, entsprechen. In diesem Falle musste man annehmen, dass bei Dausenau der Quarzit und diese Schiefer in überkippter Stellung[1]) zu einander gelagert sind.

Ehe ich auf die Schichtenstellung dieser Bildungen bei Ems näher eingehe, möchte ich noch einen Blick auf die Fortsetzung der Schiefer lahnaufwärts bis Balduinstein werfen, um auch hier die Analogie in der Entwicklung der

1) Koch zeichnet beide in dem Prof. V. der genannten Abhandlung entgegen meiner Beobachtung als normal zu einander gestellt, d. h. beide nach NW. einfallend.

Mittel- oder Oberdevonschichten mit jenen des Fichtelgebirgs hervorzuheben.

Das mächtige, durch vielfache Faltungen öfters mit denselben Schichten wiederkehrende Schiefersystem von Dausenau aufwärts bis gegen Balduinstein habe ich keiner näheren Untersuchung unterwerfen können. Soviel ich sah, bietet es wenige Verschiedenheiten dar. Erst in Balduinstein selbst lagert sich deutlich über dem Chondritenschiefer der sog. Orthocerasschiefer auf, dessen Identität nach Lagerung, Gesteinsbeschaffenheit und der Art des Vorkommens der Versteinerungen mit dem Wissenbacherschiefer bei Dillenburg nicht zweifelhaft scheint. Im Fichtelgebirg begegnen wir auf ungefähr gleichem Horizonte an der Grenze von Unter- und Mitteldevon einem petrographisch ausserordentlich ähnlichen, an zahlreichen Stellen wenigstens versuchsweise als Dachschiefer benützten, dunkelschwarzen, etwas fettglänzenden, zarten Thonschiefer, der jedoch — soweit bekannt ist —, noch keine organische Reste der Wissenbacher Schiefer geliefert hat, dagegen stellenweise von *Tentaculiten* erfüllt sich erweist und auch noch *Nereiten*, jedoch spärlicher als die tiefer liegenden Schichten, beherbergt. In Balduinstein selbst sind die hier in grossen Dachschieferbrüchen aufgeschlossenen Schiefer ziemlich rauh, sandig und versteinerungsarm.

Die langgestreckten *Orthoceras*-Einschlüsse kommen meist in einer Anzahl von Fragmenten zerstückelt vor, wobei zugleich die einzelnen Trümmer verschoben und auseinandergezogen sind. Diese Erscheinung kann hier mit einer Schichtenverrückung oder Quarzschieferung nicht in ursächlichen Zusammenhang gebracht werden, deutet vielmehr auf Verhältnisse hin, die schon während des Verfestigungsprocesses der Gesteinsmassen wirksam gewesen sein müssen. Bemerkenswerth ist in diesem Schiefer auch das Vorkommen ölgrüner, heller, farbiger Partien von fast serpentin-

ähnlichem Aussehen, welche ihrer Zusammensetzung nach nicht wesentlich von ganz ähnlichen Ausscheidungen des Dachschiefers im Fichtelgebirge verschieden sind.

Verfolgt man den Weg durch das Dorf Balduinstein im Thale aufwärts gegen Schaumburg zu, so stellen sich noch im Orte selbst über dem Dachschiefer Schalsteinschichten ein, welche an der Fahrstrasse nach Schaumburg auf eine weite Strecke hin vortrefflich aufgeschlossen sind. Auch dieser Schalstein entspricht in Zusammensetzung, Ausbildung und Lagerung genau dem Schalstein des Fichtelgebirgs. In Dünnschliffen verhalten sich beide Gebilde zum Verwechseln gleich. In diesem Schalstein finden sich an einer Stelle ungefähr der Burg Balduinstein gegenüber eine Einlagerung von einem rothen porphyrartigen Gestein, wie es scheint, als letzter, schmaler Ausläufer der mächtig entwickelten Porphyrmasse, welche die steile Bergkuppe NO. von Balduinstein bildet. Ausserdem wiederholen sich längs der Strasse mehrfache Einschiebungen von typischem Diabas im Schalstein. Auch diese Eruptivmassen besitzen ganz denselben Charakter, wie die des Fichtelgebirgs und legen ein glänzendes Zeugniss ab für die Uebereinstimmung, welche auch in der lithologischen Beschaffenheit der gleichalterigen Eruptivgesteine räumlich weit auseinanderliegender Gegenden ausgedrückt ist.

Mit diesem Schalstein tritt auch eine Kalkbildung in engste Beziehung, welche gleichfalls bei dem Dorfe Balduinstein in einem Steinbruche aufgeschlossen, unter der Schlossruine fortzusetzen scheint und als eine Zwischenlagerung im Schalstein aufzufassen sein dürfte. Dass wir hier eine analoge Kalkbildung, wie jene mitteldevonische bei Hof im Fichtelgebirge vor uns haben, unterliegt nach Gesteinsbeschaffenheit und Lagerung kaum einem Zweifel. Die vortreffliche v. Dechen'sche Karte bezeichnet diesen Kalk bei Balduinstein geradezu als Eifeler Kalk. Daraus

ergibt sich für das Fichtelgebirg die ausserordentlich wichtige Schlussfolgerung, dass auch im letzteren Gebirgsstocke der Eifeler Kalk durch die Schalsteinkalke von Hof und O. Hartmannsreuth vertreten ist, was sich ohne diese Parallele kaum hätte feststellen lassen, weil das Gestein an organischen Einschlüssen sehr arm ist.

Ich will mich bei einer näheren Schilderung der schon so vielfach beschriebenen Schalsteinbildung, wie solche an der Strasse nach Schloss Schaumburg in grosser Gesteinsmannigfachheit vortrefflich aufgeschlossen ist, nicht aufhalten und erwähne nur im Vorübergehen, dass man sie auf dem Waldweg zu dem grossen Basaltbruche unterhalb des Schlosses beinahe bis zum anstehenden Basalt verfolgen kann. An der Hauptstrasse bedeckt höher aufwärts Gehängeschutt meist das anstehende Gestein und nur an einer kleinen Entblössung etwa auf halber Höhe des Bergs tritt auch der oberdevonische Kalk (Kramenzelstein) mit denselben wabenförmigen Auswitterungshöhlungen, wie sie sich im Clymenienkalk des Fichtelgebirgs einstellen, zu Tage, so dass wir damit die ganze Reihenfolge des devonischen Systems fast mehr oder weniger vollständig entwickelt sehen.

Wir kehren zur näheren Betrachtung des merkwürdigen röthlichen porphyrähnlichen Gesteins zurück, das, wie schon erwähnt wurde, eine mächtige Bergkuppe NO. von Balduinstein ausmacht. Koch[1]) nennt es in seiner neuesten Publikation Lahn-Porphyr, offenbar um die Eigenartigkeit der Gebirgsart hervorzuheben. Dieses Gestein ist, abgesehen von örtlichen Modifikationen, röthlichbraun gefärbt und enthält in der feinkrystallinischen Hauptmasse sehr reichlich eingesprengte, fleischrothe, durchsichtige, säulenförmige Krystalle von Orthoklas und kleinen Körnchen von

1) Vergl. a. a. O. S. 213; Prof. Taf. VI, Prof. VI.

Magneteisen. Makroskopisch tritt kein weiterer Gemengtheil sichtbar hervor. In Dünnschliffen erweist sich die Hauptmasse als eine Zusammenmengung sehr kleiner Feldspathnädelchen, welche, obwohl gestreift, i. p. L. nur einfärbig sich zeigen, mit einer körnigen, etwas trüben, i. p. L. wie Quarz sich verhaltenden Mineralsubstanz, die auch hier und da in etwas grösseren, wasserhellen Ausscheidungen von unregelmässiger Umgrenzung auftritt. Dazwischen lagern noch feinkörnige Häufchen eines grünlichen chloritischen Minerals, spärlich kleine, stark dichroitische Hornblendenädelchen und sehr reichlich feinste Magnetitkörnchen, welche oft streifenweise angehäuft, dem Gestein ein dunkelgestreiftes Aussehen verleihen. Eine eigentliche glasige, amorphe Zwischenmasse hat sich nicht bestimmt nachweisen lassen. Im Allgemeinen besitzt das Gestein grosse Aehnlichkeit mit dem sog. Keratophyr des Fichtelgebirgs, neigt sich aber entschieden mehr dem typischen Porphyr zu und unterscheidet sich von den meisten Varietäten des letzteren nur durch das Fehlen deutlicher Quarzkrystallausscheidungen und durch den Mangel an Glimmer.

Die Bauschanalyse ergab als seine Zusammensetzung:

	I.	II.
Kieselsäure } . .	68,75	68,54
Titansäure }		1,36
Thonerde . . .	11,40	9,49
Eisenoxyd . . .	4,30	8,60
Eisenoxydul . . .	3,30	3,23
Mangan	Spuren	—
Bittererde . . .	1,46	0,42
Kalkerde	1,24	0,54
Kali	4,22	5,11
Natron	5,37	3,14
Glühverlust . . .	0,30	0,30
	100,34	100,73

Des Vergleiches wegen ist unter II die Analyse des petrographisch sehr ähnlichen Porphyrs (Felsitporphyr.) von dem benachbarten Altendiez beigesetzt nach Senfter[1]), woraus die analoge, wenn auch nicht völlig gleiche Zusammensetzung erhellt. Sicherlich gehören aber diese Porphyre ein und derselben Bildungszeit an. Die Höhe des Kieselsäuregehaltes, welche jene des Orthoklases weit übersteigt, setzt es ausser Zweifel, wie auch die chemische Analyse erkennen lässt, dass Quarz als Gemengtheil auftritt. Man kann diess noch deutlicher für das Auge bemerkbar machen, wenn man Flusssäure kurze Zeit auf einen Dünnschliff wirken lässt, wobei der Quarz in Form feinvertheilter Unebenheiten stehen bleibt, während der Feldspath weggefressen erscheint. Ausserdem lässt der relativ hohe Gehalt an Natron auch auf die Betheiligung von Oligoklas an der Zusammensetzung des Gesteins schliessen.

Was nun die Lagerungsverhältnisse der Devonschichten zunächst um Ems anbelangt, so macht sich hier der gewölbartige Aufbruch des Quarzites an den Mineralquellen ganz besonders bemerkbar. Der Quarzit bildet in dieser Stellung die Basis aller zu Tag ausstreichenden jüngeren Schichten und steht augenscheinlich mit dem Auftreten der Mineralquellen in innigem genetischem Zusammenhange. In einem zweiten, viel weniger schroff aus der Thalsohle aufragenden Gewölbe etwas westlicher, in der Nähe des englischen Hofes, wiederholt sich die Quarzitaufbiegung, während gegen OW. bei Dausenau der Gegenflügel sich erhebt und zwar hier mit SO.-Einfallen, wie schon erwähnt wurde, unter dem lahnaufwärts vorliegenden älteren Wisperschiefer, also in überkippter Lagerung, hervortritt.

Der Quarzit des Quellengewölbes erhebt sich in dem steilen, felsigen Gehänge riffartig vorragend und ist durch

1) Inaug. Dissert. Zur Kenntniss des Diabases 1872. S. 44.

den Quellenbau in einer hohen Felswand Schichte für Schichte aufgeschlossen.

Kloppberg.

Nebensattel im Quarzit. Weinberge. Hauptsattel und Quellenspalten im Quarzit

Der Quellenberg in Bad Ems.

Die dicken Bänke, aus welchen das Schichtengewölbe der Mineralquellen sich aufbaut, setzen, soweit ich dies sehen und ermitteln konnte, bis in die grösste Tiefe der Quellenfassung, z. B. an der Augusta-Felsenquelle nieder, werden aber von einzelnen, wenig mächtigen Thonschiefer- und thonigen Quarzitschiefer-Zwischenlagen begleitet. Die tiefste aufgeschlossene Thonschieferschichte an der Augustaquelle (1 der Zeichnung) ist dunkelschwarz, sehr mürbe in Folge von Zersetzung des in derselben vorkommenden Schwefelkieses mit Ausblühungen von Bittersalz und Eisenvitriol. Eine zweite Lage etwas höher an der Felswand (2 der Zeichnung) zeichnet sich ganz besonders durch grossartige Salzauswitterungen aus. Zunächst liegt der Gedanke nahe, dass diese Auswitterungen in Folge der im Schiefer eindringenden und verdunstenden Mineralwässer sich erzeugt hätten. Eine Analyse derselben aber ergab, dass diese Ausblühungen fast ausschliesslich aus Bittersalz bestehen, dem nur geringe Mengen von Gyps, Chlornatrium

und Eisenvitriol beigemengt sind. Diess ist um so bemerkenswerther, als die Emser Mineralquellen gar kein Bittersalz und nur geringe Quantitäten von schwefelsauren Alkalien[1]) enthalten sollen. Diese Salze müssen sich demgemäss in der betreffenden Schicht selbst durch Zersetzungsprocesse erzeugen, ohne zu dem Quellenwasser zu gelangen und den Bestandtheilen desselben sich beizumischen.

In einer dritten noch etwas höher liegenden thonigen Quarzitschieferschicht (3 der Zeichnung), zu der man über die steil vorspringenden Felszacken emporklettern kann, zeigt sich eine merkwürdige bläulichgrüne krustenartige Auswitterung, welche aus Eisen-Kupfervitriol und Gyps zusammengesetzt ist und augenscheinlich von der Zersetzung des in dieser Lage reichlich in breiten Streifen vorkommenden Kupferkieses abstammt. Da wo der Ostflügel des Gewölbes sich niederzieht, stellen sich mehrere Quarzitschieferzwischenlagen ein. In ihnen finden sich zahlreiche kohlige, völlig zerstückelte Pflanzenreste, welche theils parallelstreifig und blattartig geformt, theils stammartig, calamitenähnlich gerippt sind und ganz den Eindruck von Landpflanzen-Ueberresten machen.

Das stark gekrümmte Quarzitgewölbe, dessen Krümmungsradius ich auf 50—60 m schätze, ist ungleichseitig nach O. etwas stärker geneigt, als nach W. und in grossartiger Weise, der Starrheit des Materials entsprechend, radial zerklüftet und zersprengt. Man sieht die oft breit klaffenden Spalten sich hoch an dem Gehänge emporziehen, ohne dass sich eine auffallende Verwerfung der Schichten bemerkbar machte.

Diese Klüfte setzen wohl ohne Zweifel in grössere Tiefe nieder und sie sind es, durch welche es bedingt wird, dass die Emser Mineralquellen gerade an dieser Stelle einen

1) Nach der Analyse der H. Geh. R. Dr. Fresenius.

Ausflusskanal aus der Tiefe bis zur Oberfläche gefunden haben und hier zu Tage treten. An den Felsenquellen kann man deutlich das Aufsteigen der Quellen auf diesen Klüften beobachten. Bestätigt wird dies durch die Thatsache, dass in der Richtung der stärksten Wölbung des Quarzites und nach dem Streichen der Klüfte auch der Quellenzug von den Felsenquellen quer durch das Lahnbett, in welchem zahlreich aufsteigende Gasblasen das Hervorbrechen von Mineralwasser beweisen, zu der sog. neuen Quelle, dann gegen die englische Kapelle und Villa Flora fast ununterbrochen fortsetzt. Dass das tiefe Einschneiden des Lahnthales in dieses Quarzitgewölbe das Emporsteigen des Mineralwassers wegen des verminderten Gegendruckes mitbedingt und erleichtert, ist von sich selbst verständlich.

Wir stehen hier vor einer jener merkwürdigen Quellenerscheinungen, welche ebenso sehr durch den Gehalt an eigenthümlichen Salzen wie durch die hohe Temperatur unser Interesse fesseln. Den hohen Gehalt an Natriumcarbonat neben verhältnissmässig nur geringen Mengen an anderen Carbonaten theilen die Emser Quellen mit nur einigen wenigen anderen Mineralwässern, wie Vichy, Carlsbad etc. Ausser Kochsalz treten die sonst in Mineralquellen häufigen Salze, namentlich die schwefelsauren hier in höchst auffallender Weise zurück, während ausserdem nur noch freie Kohlensäure in bedeutender Menge beigemischt ist. Woher stammen alle diese so eigenthümlich vergesellschafteten Salze und Gase? Wir können kaum an die Auslaugung eines Lagers in der Tiefe denken, auf welchem diese Salze schon als solche vorräthig abgesetzt sich vorfänden und aus welchen die Quellen, wie es bei manchen Natronseen nachweislich der Fall ist, ihren Gehalt beziehen könnten. Am zutreffendsten dürfte die Vorstellung über die Entstehung des Natriumscarbonats sein, dass eine grossartige Zersetzung natriumhaltiger Gesteine im Untergrunde

stattfinde. Gesteine der benachbarten, zu Tage tretenden oder zunächst im tieferen Untergrunde vorauszusetzenden Schichtencomplexe enthalten aber derartige Gemengtheile wohl kaum in zureichender Menge, um so enorme Quantitäten von Natriumcarbonat zu liefern, wie sie die gewiss seit Jahrtausenden fliessenden Quellen hier zu Tage fördern. Dagegen werden wir durch den hohen Gehalt des Laacher See-Wassers[1]), das bei einem Gesammtsalzgehalt von 0,219 in 1000 Th. Wasser

0,113	kohlensaures Natrium,
0,018	Chlornatrium,
0,010	schwefelsaures Natrium,
0,054	kohlensaurer Kalk,
0,021	kohlensaure Bittererde,
0,003	Kieselsäure
0,219	

enthält, auf gewisse vulkanische Gesteine hingewiesen, welche wohl geeignet sind, durch ihre Zersetzung unter Mitwirkung von Kohlensäure Natriumcarbonat in reichlichster Menge zu liefern. Fand ja auch Silvestri[2]) bei dem Ausbruche des Aetna 1865 Natriumcarbonat als weisse Rinden auf den Laven reichlich ausgewittert und auch Heim[2]) wies dieselbe Ausscheidung bei dem Vesuvausbruche vom Jahre 1872 nach.

Die besonders natriumreichen Mineralien Nephelin, die Sodalithgruppe und Leucit, welche häufig in vulkanischen Gesteinen vorkommen, wären hierbei zunächst ins Auge zu fassen. Nephelin, Hauyn, Nosean, Leucit finden sich auch in den vulkanischen Gesteinen der mittelrheinischen Gebirge in Trachyt, Phonolith, Basalt, Lava u. s. w. in namhafter

1) Bischof. G. Chem. Geol. I. 1863. S. 316.
1) Jahrb. f. G. M. P. 1870. S. 259.
2) Zeitschr. d. d. geol. G. 1875. S. 23.

Menge und es erscheint gewiss nicht sehr gewagt, wenn man zur Erklärung des Natriumgehaltes der Gewässer dieser vulkanischen Gegenden, namentlich des Laacher See's, auf die Zersetzung dieser Natronmineralien hinweist. Wie verhält es sich aber mit den Emser Mineralquellen, welche bereits ausserhalb des eigentlichen Bereichs dieser vulkanischen Gebiete liegen? Man könnte für diese unter der Voraussetzung des gleichen Ursprungs ihrer Salze aus zersetzten Mineralien vulkanischer Gesteine die Annahme machen, dass eine Zuleitung aus den entfernteren vulkanischen Gebirgen auf weit fortstreichenden Spalten stattfände. Es scheint mir aber selbst diese Annahme nicht gerade nothwendig. Denn die letzten Ausläufer der vulkanischen Gebilde reichen bis in die nächste Nähe von Ems. Kaum 2 km in NO.-Richtung vom Bade in der Nähe südlich des Dorfes Kemmenau bricht eine kleine Basaltkuppe und 1 km in gleicher Richtung weiter im N. von Kemmenau eine zweite Basaltkuppe zwischen den unteren Devonschichten zu Tage. An der zuerst erwähnten Stelle sieht man den Basalt in einem kleinen Steinbruche neben dem nach Kemmenau führenden Wege in Berührung mit dem Nebengestein blosgelegt. Ein sich abzweigender Gang streicht quer über den Weg und lässt deutliche Contacterscheinungen beobachten. Der sonst sehr dichte frisch aussehende Basalt ist längs der Contactfläche stark zersetzt und zeigt eine blasig poröse Beschaffenheit; auch enthält er zahlreiche kleine in eine porzellanjaspisartige Masse verwandelte Bruchstücke des durchbrochenen Nebengesteins. Dieser Basalt gehört zu den Feldspathglasbasalten, bei welchem die Hauptmasse aus wasserhellem Glas, sehr zahlreich eingestreuten Plagioklasnädelchen und Magnetitkörnchen besteht, denen sich Augit in kleinen Kryställchen und seltener in grösseren Ausscheidungen sowie sehr spärlich Olivin beigesellen. Bemerkenswerth sind grössere dunkle Flecken mit ziemlich

scharf begrenzten krystallartigen Umrissen. Sie bestehen aus überaus zahlreichen, an den Rändern dieser Ausscheidungen zusammengehäuften Magnetitkörnchen, zwischen welchen eine bläuliche helle Masse liegt — vielleicht Hauyn — während nach der Mitte zu die Zusammensetzung der Hauptmasse des Basaltes gleicht. Nephelin habe ich weder in den Dünnschliffen, noch bei der Salpetersäureprobe wahrnehmen können; ebensowenig Leucit. Ueberhaupt ist dieser Basalt relativ arm an Natron, das nach einer angestellten Probe 3,85% nicht übersteigt.

Ganz ähnlich verhält sich auch der Basalt an der zweiten Stellen N. von Kemmenau am First, nur sind in demselben die grösseren Augiteinsprenglinge häufiger; sie umschliessen nicht selten putzenförmige Einschlüsse, welche wie die Hauptmasse zusammengesetzt sind und enthalten kleine Bläschen, in welchen jedoch keine Flüssigkeit zu beobachten ist. Neben grösseren Magnetitkörnchen finden sich auch Schwefelkiestheilchen. Der durch diese Kuppen angedeutete Basaltzug, welcher den Quarzitrücken auf der SO.-Seite begleitet, setzt dann weiter nach NO. in den Basaltaufbrüchen bei Welschneudorf, Niederelbert und Montabaur fort, um sich weiter an die grossartige Verbreitung im Westerwald anzureihen.

Ich schliesse hier gelegentlich eine kurze Bemerkung über den Basalt der Schaumburg bei Balduinstein an, der einem benachbarten zweiten Parallelzuge angehört. An der Schaumburg bildet der Basalt, begleitet von tuffigen und breccienartigen Massen die Spitze des Burgbergs und ist in einem grossen, jetzt verlassenen Steinbruche am nördlichen Berggehänge aufgeschlossen. Hier zeigt er sich in nahezu horizontal liegenden, unregelmässigen Säulen ausgebildet und enthält zahlreiche Brocken veränderten Nebengesteins. Seine Masse besteht gleichfalls hauptsächlich aus einem bräunlichen Glas, kleinen Plagioklasnädelchen, Magnetkörn-

chen und sehr vielen grösseren Augitkrystallen. Olivin ist etwas reichlicher als in dem Basalt von Kemmenau vorhanden.

Dieser Basalt ist dadurch ausgezeichnet, dass in der bräunlichen Glasmasse feine, dunkle Mikrolithe und Körnchen in grösster Menge eingebettet sind, welche meist in zwei, ungefähr unter 45° sich schneidenden Richtungen parallel geordnet liegen und der Glasmasse ein gestricktes Aussehen verleihen.

Diese Basalte scheinen wegen der geringen Menge der in ihnen vorkommenden Natronmineralien kaum als das Gestein betrachtet werden zu können, aus welchem die Emser Quellen ihren Natriumgehalt beziehen.

Aber nicht blos basaltische Eruptivgesteine sind es, welche bis in die nächste Nähe von Ems vordringen, wir begegnen hier auch trachytischen Massen. Der grosse und kleine Teufelsberg oder die sog. Arzbacher Köpfe beiläufig 5 km von Ems in NNO.-Richtung auf der NW.-Seite des Quarzitzugs beherbergen in zwei benachbarten, aber isolirten spitzkugelförmigen Kuppen ein sehr eigenthümliches hellfarbiges Gestein, welches auf der von Dechen'schen Karte als Trachyt bezeichnet, wohl auch sonst als Phonolith aufgeführt wird, vielleicht weil es stellenweise in der ausgezeichnetsten Weise schieferartig in dünnen Platten bricht. Das Gestein fühlt sich, wenn es etwas angewittert ist, mild, fast fettig an und zeigt eine äusserst feine krystallinische Struktur. Seine graulich weisse Farbe geht ins Gelbliche und in den dicken Bänken des Steinbruchs am grossen Teufelsberg ins Röthliche über. Die Masse ist ziemlich gleichmässig körnig, wenig porös und nicht porphyrartig entwickelt, indem keine grösseren Feldspathausscheidungen sich bemerkbar machen. In den Dünnschliffen beobachtet man nur eine Zusammenhäufung kleiner, i. p. L. gleichmässig, nicht streifig gefärbter Feldspath-

nädelchen, die dem Sanidin angehören, mit zahlreichen, kleinsten Magnetitkörnchen und nur sehr vereinzelten, hellgrünen Hornblendekryställchen ohne hervortretende Glasmasse, wenn nicht kleine weissliche opake Flecke eine solche repräsentiren. Ob ein Plagioklas beigemengt ist, liess sich nicht bestimmt ermitteln.

Ein äusserlich ganz ähnliches Gestein liegt mir unter der Bezeichnung „phonolithartiger Trachyt" vom Kühlsbrunnen im Siebengebirge vor, während die nächstbenachbarten Trachyte, wie z. B. von Goldhausen bei Montabaur eine ganz abweichende Zusammensetzung zeigen. Letztere bestehen nämlich vorherrschend aus Oligoklas in kleinsten Nädelchen und eingesprengten grösseren Krystallen, mit nur wenig Sanidin, dann aus grösseren und ziemlich häufigen dunklen Hornblendekrystallen, Magnetitkörnchen und vereinzelten Hauynbeimengungen (sog. Hornblende-Andesit).

Um die Zersetzbarkeit in Säuren kennen zu lernen, wurde ein dem Aussehen nach recht frisches Stück aus den tiefsten Lagen des Steinbruchs am grossen Teufelsberg mit kochender Salzsäure behandelt, wobei nur 9½% zerlegt wurde und zwar mit

Kieselsäure .	2,175	
Thonerde .	0,925	
Eisenoxyd .	2,907	
Eisenoxydul	1,453	
Kalkerde .	1,000	
Alkalien . .	0,140	vorherrschend K^2O,
Kohlensäure	0,785	
Wasser . .	0,150	
	9,535	

Zerlegt wurden demnach hauptsächlich der Magnetit, kohlensaurer Kalk und eine kleine Menge von wahrscheinlich schon etwas zersetztem Feldspath.

Die Bauschanalyse des Gesteins im Ganzen dagegen ergab:

Kieselerde . .	0,6060
Thonerde . . .	0,1722
Eisenoxyd . .	0,0437
Eisenoxydul . .	0,0196
Kalkerde . . .	0,0287
Bittererde . . .	0,0075
Manganoxyd . .	0,0027
Kali	0,0675
Natron . . .	0,0339
Kohlensäure . .	0,0157
Wasser . . .	0,0080
	1,0055

In Zusammenfassung der optischen Erscheinungen, der partialen und Bauschanalyse ergibt sich, dass das Gestein von den Teufelsbergen dem typischen, feinkörnigen, sanidinreichen Trachyt mit nur geringer Beimengung von Hornblende angehört, welcher frei von Nephelin zu sein scheint.

Die bis zu Tage durchgebrochenen Eruptivmassen bei Ems von basaltischem und trachytischem Typus gehören demnach speziell nicht zu denjenigen Gesteinen, welche geeignet scheinen, den Mineralquellen von Ems ihren Gehalt an Natriumsalzen zu liefern. Diese dürften vielmehr eher in der Reihe der sog. Hornblende-Andesite, an welchen die Nachbargebiete des Siebengebirges, die Eifel und Westerwald (Weidenhahn, Montabaur) nicht arm sind, zu suchen sein. Dass bei diesem Auslaugungs- und Zersetzungsprocess die Kohlensäure eine höchst wichtige Rolle spielt, ist wohl kaum zweifelhaft. Ueber die Herkunft der Kohlensäure aber lässt sich nur so viel sagen, dass sie mit den vulkanischen Eruptionserscheinungen in innigstem Zusammenhange steht, ohne damit der Frage vorzugreifen, ob auch

die Entstehung der Kohlensäure durch den Vulkanismus bedingt sei. Jedenfalls hat die mit den Eruptionen verbundene und erst in relativ neuerer geologischer Zeit entstandene Zersprengung der oberen Gesteinslagen bis in die tiefsten Tiefen der Erdrinde ihr den Ausflussweg zur Oberfläche eröffnet. Das Vorkommen von Kohlensäureausströmungen in vulkanischen Gegenden ist zu regelmässig und allgemein verbreitet, um diesen innigen Zusammenhang verkennen zu können.

Auch Ems gehört noch in dieses vulkanische Bereich; vulkanische Gesteine haben hier in nächster Nähe noch zu ihrer Eruption günstige Spalten benützt, welche dem Zug des eng zusammengefalteten spröden Quarzitgewölbes folgen und in der Durchschnittslinie mit dem tief eingerissenen Lahnthale an der am wenigsten durch Gegendruck belasteten Stelle auch der aufwärts strebenden Kohlensäure die zu ihrem Austritte günstigsten Verhältnisse darbieten.

Als drittes wichtiges Moment verdient die hohe Temperatur der Emser Quellen hervorgehoben zu werden. Der Kesselbrunnen hat 46,6° C., der Fürstenbrunnen 39,4° C., Kränchen 35,9° C. u. s. w. Es ist dabei bemerkenswerth, dass die Verschiedenheit der Temperatur der verschiedenen Quellen nicht eine gleiche Differenz des Mineralgehaltes im Gefolge hat, wie z. B. der wärmste Kesselbrunnen weniger Natriumbicarbonat enthält, als die weniger warme Fürstenquelle und nur nahe soviel als das um 10° C. kältere Kränchen. Diess weist darauf hin, dass diese ungleichen Temperaturen erst im oberen Quellenlaufe ihren Ursprung haben und dass die verschiedenen Zweige, mit welchen die Quellen zu Tage treten, wahrscheinlich einer einheitlich zusammengesetzten und gleich warmen Stammader entspringen. Die Quantitäten, welche jeder Zweig mit sich führt, die Geschwindigkeit der Bewegung, die Tiefe des Austrittspunktes, die Art der Vertheilung auf den Spalten des zer-

Die Erscheinung, dass zahlreiche Miner
Hyperthermen eine höhere Temperatur besit
mittlere Jahrestemperatur ihres Austrittspun
lässt sich auf verschiedene Ursachen zurückfüh
Fällen rührt diese höhere Temperatur von ch
setzungen her, welche in tiefen Gesteinslagen
zugs vor sich gehen. Vielfach verdanken h
auch dem noch thätigen oder erloschenen Vulk
Ursprung. Im Allgemeinen pflegt man jetzt
der Quellen davon abzuleiten, dass solches Qu
Spalten so tief in die Erdrinde eindringt, bi
nach dem Innern der Erde zunehmenden Ter
entsprechende warme Region erreicht habe un
dann in erwärmtem Zustande wieder zur Ob
steige. Man ist geneigt, diess auch für die E
gelten zu lassen. In dieser Allgemeinheit sch
eine derartige Annahme nicht gerechtfertigt,
der einen Seite die Verbindung mit dem ho
gehalt der Quellen nicht verständlich wäre un
weil sich dann nicht absehen liesse, wesshall
reiche Quellen an anderen Stellen des Nachb
ähnliche höhere Temperatur besitzen. Soll n
Emser Gebirgsspalte vor anderen so tief hina
die hohe Temperatur dem auf ihr circulirend

Stelle in grösserer Tiefe vorhandenen, nicht zum Durchbruch gelangten vulkanischen Gesteinsmasse, welcher in dieser Tiefenlage noch höhere Temperatur aufbewahrt hält, abzuleiten.

Zu den merkwürdigsten geologischen Erscheinungen, welche überdiess die Umgebung von Ems bietet, gehört ferner die erstaunlich grossartige Verbreitung von Bimssteinablagerungen, welcher man überall, wohin man geht und zwar bis auf die höchsten Berggehänge hinauf, begegnet. Ein mit dieser Erscheinung nicht vertrauter Geologe, auch wenn er die hierüber bereits zahlreichen ausführlichen Schilderungen, wie sie uns in neuerer Zeit in Zusammenfassung älterer Darstellungen in so ganz vorzüglicher Weise unser Altmeister, Herr w. Geh.-Rath von Dechen, gegeben hat, genau kennt, wird sich gleichwohl eines Staunens über die Grossartigkeit dieser Ablagerungen nicht erwehren können. Wo in der näheren Umgebung von Ems ein kleiner Fleck der Oberfläche aufgeschlossen ist, fast überall sind es Bimssteinstückchen, welchen wir entweder in geschlossenen Lagen, häufig mit Löss verbunden oder als Gehängeschutt der Vegetationserde beigemengt, wieder und immer wieder begegnen. Besonders schön aufgeschlossen findet man sie an den Rändern neuangelegter Wege, und in den sog. Sandgruben. Denn in der ganzen Gegend benützt man den feinen Bimssteingrus als Beimengung zur Mörtelbereitung und legt desshalb behufs seiner Gewinnung eigene sogenannte Sandgruben an. Es mag daher genügen, nur einige wenige interessantere Fundpunkte bei Ems speciell hervorzuheben, wie die Weinberge an dem Steilgehänge oberhalb der Mineralquellen, am Weg nach Lindenbach und oberhalb Lindenbach am Weg zum neuen Stollen „Bergmannstrost", an der neuen Strasse vom neuen Hoffnungsstollen nach Kemmenau, in den Sandgruben von Kemmenau, an der Strasse zum Lahnsteiner Forsthaus

u. s. w. Sehr bemerkenswerth ist das Vorkommen auf der beträchtlichen Höhe zwischen den beiden Trachytkegeln der Teufelsberge, wo ich zahlreiche Bimssteinstückchen antraf.

Ueber die weitere grossartige Verbreitung dieser Ablagerungen gibt die vortreffliche v. Dechen'sche Karte Auskunft, welche das Gebiet der Bimssteinvorkommnisse sogar durch eine Linie schärfer abzugrenzen versucht. Das ganze Gebiet, über welches sich die Bimssteine hier zerstreut finden, beträgt nach Herrn von Dechen[1]) mehr als 40 Quadratmeilen. Erst neuerlichst hat sich Herr von Dechen[2]) über diesen Gegenstand wieder ausgesprochen und die wichtigen Ergebnisse der von Herrn Dr. Angelbis im Westerwald durchgeführten Aufdeckarbeiten mitgetheilt. Schon 1848 hatte Frid. Sandberger[3]) nachgewiesen, dass die Bimssteine des Westerwaldes nicht aus diesem Gebirge selbst abstammen können und Fr. Schäffer entwickelte 1851 die Gründe, welche insbesondere für die Annahme sprechen, dass es die Umgebung des Laacher See sei, von wo aus der Bimsstein ausgestreut worden sei. Seitdem dann Herr von Dechen in dem geognostischen Führer zu dem Laacher See 1864 in der eingehendsten Weise auf den räumlichen Zusammenhang der Bimsstein-Ablagerungen von dem Neuwieder Becken aus bis in den Westerwald hingewiesen hatte, wurde dieser Ansicht ganz allgemein beigepflichtet.

---

1) Geogn. Führer zu d. Laacher See sub. 445.

2) Allg. Sitzung der niederrhein. Gesellschaft für Natur- und Heilkunde in Bonn am 1. Aug. 1881 (Zeitungsnachricht). Ehe diese Zeilen zum Druck gelangt sind, kommt mir noch der nähere vortreffliche Bericht H. v. Dechen's in dem Jahrb. d. d. geol. Gesellsch. 1881. Heft 3 S. 442 über die Bimsstein-Ablagerungen im Westerwald zu, dessen gewichtige Argumente ich leider hier nicht mehr zu Rathe ziehen konnte.

3) Jahrb. f. Min. Geogn. u. P. 1848. S. 549.

In neuester Zeit aber, nachdem Dr. Angelbis ermittelt hat, dass die Bimssteinsande des Westerwaldes den zwischen zwei Basaltdecken liegenden braunkohlenführenden Tertiärschichten angehören, wie wahrscheinlich auch die gleichfalls Bimssteinstücke einschliessenden Trachyttuffe (Backofensteine) im Siebengebirge, ist diese Ansicht wieder stark erschüttert worden. Denn die Bimssteine des Laacher See's und des Neuwieder Beckens liegen zum grossen Theile auf Löss, und wechsellagern selbst an einzelnen Stellen mit demselben, gehören mithin zu viel jüngeren Ablagerungen als jene der Tertiärschichten des Westerwalds und können daher nicht zur Bildung der viel älteren Bimssteinablagerungen in diesem Gebirge beigetragen haben.[2])

Unterzieht man die verschiedenen Bimssteinbildungen bei Ems einer näheren Betrachtung, so werden wir auch hier unwillkürlich zu Annahmen geführt, welche mit diesem Nachweis eines verschiedenen Alters der Bimssteinlagen nicht im Widerspruch zu stehen scheinen. Wenn wir in diesem Gebiete auf der einen Seite die Bimssteinlagen auf dem Löss, sogar in und zwischen demselben eingebettet, unmittelbar am Thalrande oder in den Seitenvertiefungen abgesetzt finden und auf der andern Seite ähnlichen Ablagerungen hoch an den Berggehängen und auf den Höhen 120 – 150 m über den Thalgebilden begegnen, so kann es ja nicht zweifelhaft sein, dass diese Absätze nicht gleichalterig sind, sondern in verschiedenen Zeiten nacheinander gebildet worden sein müssen. Die Fluthen, welchen die wohl und deutlich geschichteten Ablagerungen hoch an den Berggehängen ihre Entstehung verdanken, konnten nicht gleichzeitig auch die Thalablagerungen erzeugen und hätten letz-

1) Inauguraldissertation: Die Bimssteinkörner bei Marburg.

2) Bericht über die allg. Sitz. d. niederrh. Gesellsch. f. N. u. M. v. 1. Aug. 1881.

tere, wenn sie schon vorher vorhanden gewesen wären, sogar wegfegen müssen. Dass die Bergabsätze, um die Ablagerungen hoch über der gegenwärtigen Thalsohle so kurz zu bezeichnen, demnach älter sind als die Thalgebilde, geht aber auch weiter noch aus der Verknüpfung hervor, in welcher jene mit sehr eigenthümlichen Geröllablagerungen stehen. Bei Ems findet man 150 m über der Thalsohle am Kloppberg, an den Einfüllschächten zu den neuen Hoffnungsstollenbauen u. s. w. über einer Lage grünlich grauen Thons ein eigenartiges Geröll mit vielen weissen Quarz- und schwarzen Lyditrollstücken ganz abweichend von dem Gerölle, welches an der Thalwand als Basis der Lössablagerung vorkommt. Ueber diesem Quarzgeröll folgt dann ein brauner, fetter Thon von anderem Aussehen, als der Löss besitzt, und darüber oder zwischen demselben liegt erst der Bimssteinsand, wieder bedeckt vom Gehängeschutt und von Vegetationserde.

Zur genaueren Feststellung des Alters dieses Hochfluthgerölls fehlen allerdings nähere Anhaltspunkte und es lässt sich nicht sicher bestimmen, ob wir es mit einem altquartären oder tertiären Gebilde zu thun haben, jedenfalls aber liegt hier ein älterer Absatz, als der Thallöss und Thalbimssteinschutt vor. Bei letzteren stellen sich ganz andere Verhältnisse ein. Gewöhnlich ist der seinem Aussehen nach ganz typische und durch den Einschluss von Lösskindchen und Lössconchylien hinreichend charakterisirte Thallöss auf nur schwach gebundenem und wenig gerolltem oder mit nur einzelnen Rollsteinen untermengtem Schutt aufgelagert. Erst in den höheren Lagen stellen sich Bimssteinstücke ein, entweder ziemlich scharf abgegrenzte Schichten bildend oder streifenweise mit dem Löss wechselnd. In v. Dechen's geogn. Führer zu dem Laacher See sind zwar sehr zahlreiche derartige Zusammenlagerungen von Löss und Bimssteinsand auf das vortrefflichste beschrieben worden

(S. 441 u. ff.) und auch Sandberger[1]) erwähnt im Lahnthale, besonders schön an der Weissmühle aufgeschlossene, 3—4' dicke Lössbänke auf Schichten von Bimsstein-Auswürflingen und schwarzem, vulkanischem Sand aufgelagert. Es dürfte jedoch für die Besucher von Ems nicht ohne Interesse sein, auf ein sehr ausgezeichnetes derartiges Profil in nächster Nähe des Bades aufmerksam gemacht zu werden. Dasselbe findet sich an der Strasse von Ems nach dem Lahnsteiner Forsthaus und Frücht an der grossen Krümmung, wo der Fussweg zum Gipfel des Wintersbergs sich abzweigt und wird durch nachstehende Skizze dargestellt.

Profil am Wege von Ems nach Braubach.

a) Grauwackenschiefer,
b) grünlicher Thon,
c) Gerölllage,
d) Löss mit Conchylien,
e) Bimssteinsand,
e') in den Löss vorragende Zunge von Bimssteinsand,
f) brauner Lehm,
g) Gehängeschutt.

a) Steilaufgerichtete Schichten der unterdevonischen Grauwackenschiefer,

b) eine schwache Lage grünlichen Thons als altes Verwitterungsprodukt des unterliegenden Schiefers,

1) Die Land- und Süsswasser Conchylien der Vorwelt S. 902.

c) ziemlich eckiger Schutt mit wenig Rollstücken,

d) Löss mit spärlichen Conchylien,

e) Bimssteinsand, unten feiner oben gröber, bei e' mit einem Ausläufer zwischen Löss sich einschiebend,

f) oberer lehmartiger Löss,

g) Gehängeschutt und Walderde.

Es ist bemerkenswerth, dass sich in den Bimssteinlagen keine anderen Fragmente vulkanischer Gesteine wie Lava, Schlacken u. s. w. vorfinden. Auch erweisen sich alle Bimssteinstückchen abgerundet, stark zersetzt und leicht zerreiblich weich; die Körnchen der unteren Lage sind kleiner als die oberen, aber durch reichlichere Einschlüsse von Magneteisen, Hornblende und Sanidin schwerer, daher wohl durch natürliche Separation in Folge grösseren Gewichtes zuerst zum Absatz gelangt.

Die ganze Art ihrer Zusammenlagerung mit dem Löss namentlich das Zwischenschieben dünner Streifen in den Löss spricht zu Gunsten der Annahme, dass der Bimssteinsand von Wasser beigeschwemmt und abgesetzt worden sei, wie der Löss selbst. In dieser Beziehung ist das in einer grossen Ziegelgrube am Eingang in das Lindenbachthal aufgeschlossene mächtige Lösslager besonders bemerkenswerth, weil hier zum Beweis des Absatzes aus fluthendem Wasser in den beiläufig 5 m hohen Löss 3 — 4 Zwischenlagen von Rollstein sich finden, die doch wohl nicht auf andere Art als durch Wasserströme hergeführt sein können.

Die Bimssteinstücke der Berglager sind im Vergleich zu jenen der Thalabsätze ihrem Aeusseren nach kaum zu unterscheiden. Sie sind allerdings im Allgemeinen grösser, wenig abgerundet, aber durchgreifend ist dieser Unterschied nicht. Sehr bemerkenswerth ist eine fast constante Beimengung von kleinen, petrographisch fast gleichen Thonschülferchen, auf welche schon Herr von Dechen auf-

merksam gemacht hat[1]). Für die Umgegend von Ems fand ich diese Vergesellschaftung von Bimsstein und grünlich grauen Thonschieferstückchen als sehr charakteristisch. Dieser Thonschiefer besitzt ein ganz abweichendes Gepräge gegen eines der zunächst umgebenden Schieferschichten und nähert sich mehr einem dichten Phyllite. Bei näherer Untersuchung habe ich gefunden, dass viele der Bimssteinstückchen beim Zerbrechen derartige Schülferchen mitten in ihrer Masse eingeschlossen enthalten und es ist desshalb nicht unwahrscheinlich, dass diese Thonschieferstückchen aus der Zerstörung und Vertrümmerung von Bimsstein hervorgegangen sind. Merkwürdiger Weise fand ich genau dieselben Thonschieferstückchen auch in dem Bimsstein des Laacher Sees eingeschlossen. Würde es sich bestätigen, wie ich vermuthe, dass dieser Einschluss von Thonschieferstückchen im Bimsstein überall auch in weiteren und entfernteren Gegenden des Mittelrheins sich bemerkbar macht, so wäre diess ein wichtiger Fingerzeig für den einheitlichen Ursprung der Bimssteine, welche diese Fragmente wohl bei ihrer Bildung aus grösserer Tiefe, in welcher ältere Thonschieferschichten sich finden, mit empor gebracht haben.

Wir werden hiedurch auf die Frage nach dem Ursprung dieser Bimssteine überhaupt hingeführt. Es ist in dieser Beziehung von höchster Wichtigkeit die Bimssteinstückchen aus möglichst vielen Fundstellen einer erschöpfenden Untersuchung zu unterwerfen.

Sieht man vorerst ab von diesem möglicher Weise hervortretenden Unterschiede und berücksichtigt nur die Lagerungsverhältnisse, so gelangt man wenigstens für die Umgebung von Ems — bei meiner beschränkten Kenntniss der Verhältnisse über dieses eng begrenzte Gebiet hinaus kann es mir nicht in den Sinn kommen, weiter gehende

1) Geogn. Führer z. d. Laacher See. S. 590.

Schlüsse ziehen zu wollen — zu der Ansicht, dass der ältere, vielleicht tertiäre oder altquartäre Bimssteinschutt, auf welche Weise er entstanden und woher er immer stammen mag, hier das Material geliefert habe, aus welchem durch Abschwemmung und Fortführung mittelst Fluthen die jüngere mit dem Löss gleichalterige Bimssteinablagerung secundär gebildet worden sei.

Ist diese Annahme richtig, so dürfte sich ein wesentlicher Unterschied in der Beschaffenheit des Bimssteins aus älteren und jüngeren Lagen nicht herausstellen.

Man kann nun auf verschiedenem Wege zu dieser Feststellung zu gelangen suchen, wobei man allerdings von der ja nicht unwahrscheinlichen Annahme ausgehen muss, dass die Bimssteine der annähernd gleichzeitigen Entstehung und Eruption in derselben Gegend auch nahezu gleiche Beschaffenheit besitzen.

Zunächst ist es die chemische Analyse, durch welche man sich Aufschlüsse verschaffen kann. Hierbei erscheint es im Vornherein von wesentlichem Vortheile, dass die Bimssteine im Allgemeinen ein sehr verschiedenes chemisches Verhalten zeigen, wahrscheinlich nach der Verschiedenheit der Gesteinsmassen, aus denen sie abstammen. Die meisten Geologen stimmen darin überein, dass der Bimsstein keine streng abgegrenzte Gesteinsart darstellt, sondern nur als eigenartige Ausbildung verschiedener vulkanischer Gesteine, namentlich der Trachytreihe und der vulkanischen Gläser zu betrachten sei. Schon Beudant[1]) unterscheidet nach dem Vorgange Hauy's dreierlei Arten, den Obsidian-, Perlit- und Trachytbimsstein. Auch Zirkel[2]) und Rosenbusch scheinen dieser Eintheilung zuzustimmen. Nähere

1) Voyage mineral. e. géol. en Hongrie III.

2) Lehrbuch der Petrographie II. S. 243. M. Physiographie d. mass. Gesteine II. S. 175.

Angaben über das chemische Verhalten der Bimssteine im Allgemeinen werden selten angeführt, v. Lasaulx[1]) gibt nur an, dass der Gehalt der Bimssteine an Kieselsäure von 57 bis 73% wechsele und Haushofer[2]) führt an, dass er von Salzsäure nicht angegriffen werde, was jedoch im Allgemeinen nicht richtig ist, da viele Bimssteine grösstentheils und ziemlich leicht von Salzsäure zersetzt werden.

Auf der anderen Seite wird die chemische Analyse wieder durch den Umstand in ihrer Bedeutung wesentlich beeinträchtigt, dass die Bimssteine auf ihrer späteren Lagerstätte Zersetzungen erleiden oder erlitten haben, so dass ursprünglich gleich zusammengesetzte Varietäten mit der Zeit ganz verschiedene Zusammensetzungen annehmen können. Es haftet daher den bloss aus der chemischen Analyse gezogenen Folgerungen nach verschiedener Richtung eine gewisse Unsicherheit an.

Die nachstehende Zusammenstellung der bisher ausgeführten wichtigeren Analysen von Bimsstein gibt einen Ueberblick über die grosse Verschiedenheit ihrer Zusammensetzung, lässt gleichwohl aber dennoch eine gewisse Gruppirung derselben erkennen, welche namentlich bei den rheinischen Fundorten ziemlich deutlich hervortritt.

---

1) Elemente d. Petrogr. S. 220.

2) Hülfstafeln z. Bestimmung der Gesteine. S. 67.

	Bestandtheile											
	$S_i O_2$	$Al_2 O_3$	$Fe_2 O_3$	$Fe O$	$Mn O$	$Ca O$	$Mg O$	$Na_2 O$	$K_2 O$	$H_2 O$	Sonst.	Summe
I	74,16	15,59	2,77	—	—	1,57	0,06	3,80	1,08	2,69	—	101,72
II	73,70	12,27	2,31	—	—	0,65	0,29	4,25	4,73	1,22	0,31 Cl	99,73
III	70,87	13,86	—	2,42	—	1,30	0,40	1,76	5,73	3,82	—	99,66
IV	69,79	12,31	4,66	—	—	1,68	0,68	6,69	2,02	2,93	—	100,76
V	69,66	9,69	—	8,39	Sp.	3,31	3,18	3,32	1,52	—	—	99,08
VI	64,29	17,07	3,55	—	—	3,45	0,93	4,82	4,52	1,25	—	99,83
VII	62,04	16,55	4,43	—	—	1,31	0,72	6,39	3,66	3,84	—	98,94
VIII	60,79	16,43	4,26	—	0,23	0,63	0,79	11,25	2,97	0,53	—	97,87
IX	60,09	13,14	—	6,34	—	2,95	0,46	6,00	4,39	5,41	—	98,78
X	60,06	16,42	3,01	2,33	Sp.	1,37	0,40	3,70	8,05	5,27	—	100,11
XI	58,02	12,95	9,51	—	—	1,92	1,18	1,87	0,13	15,02	—	100,60
XII	57,89	19,12	2,45	—	—	1,21	1,10	6,65	9,23	2,40	—	100,05
XIII	56,47	19,40	3,54	—	—	0,67	0,72	11,17	3,12	5,24	—	100,33
XIV	54,51	22,5	3,2	—	—	1,5	0,4	4,1	4,9	9,4	—	100,50
XV	50,06	18,34	2,89	—	—	1,29	1,17	4,49	5,81	15,06	—	99,11

I. Uebergang von Bimsstein in Perlit von Telkibanya in Ungarn nach Dölter mit Sanidin, sonst fast ganz aus Glasmasse bestehend.

II. Langfaseriger Bimsstein von Capo di Castagno, Lipari nach Abich. Vulc. Erschein. 1841. 62. 84.

III. Bimssteinrhyolith v. Slaska, Anal. v. Sommaruga. J. d. geol. R. 1866. 464.

IV. Weisser, faseriger Bimsstein von Santorin; Abich. a. a. O. 81.

V. Bimsstein vom Fusse der Soufrière auf Guadeloupe; Ch. St. Claire-Deville Bull. d. soc. géol. d. Fr. (2) VIII. 427.

VI. Bimssteintrachyt von Ravin des Egravats nach v. Lasaulx. J. Min. 1871. 713.

VII. Bimsstein aus den flegräischen Feldern, Somma; Abich. a. a. O. 62. 79.

VIII. Bimsstein von Alta vista auf Teneriffa, Abich. a. a. O. 62 u. 71.

IX. Nea Kammeni, Nähe der Badehäuser, v. K. v. Hauer. J. d. g. R. 1866. 80.

X. Bimsstein vom Monte di Vico, W. C. Fuchs in Tschermak's Min. Mitth. 1872. 235.

XI. Bimssteintrümmergestein vom Gisselberg bei Marburg, Schäffer Diss. S. 53.

XII. Bimsstein vom Krufter Ofen, Schäffer a. a. S. 50.

XIII. Bimsstein von Neuwied, Schäffer a. a. O. 51.

XIV. Bimsstein von Launsbach bei Wetzlar, nach Wackendorf; Gesell. z. B. d. Nat. i. Marburg. 1879. S. 21.

XV. Bimsstein von Engers. Schäffer a. a. O. S. 52.

Es ist sehr bemerkenswerth, dass die sämmtlichen SiO_2 armen Proben dem rheinischen Gebiete angehören, während die SiO_2 reicheren vorwaltend den vulkanischen Gläsern sich anschliessen. Auch zählen die rheinischen Gesteine zu den wasserhaltigsten, und man könnte diess zugleich als

Lokalcharakter bezeichnen, wenn nicht der Bimsstein vom Krufter Ofen im Wassergehalte bis auf 2,4% herabginge. Die sehr wasserreichen Gesteine dürften durch die Art ihrer Lagerung in einer Art Conglomerat andeuten, dass sie erst nachträglich grössere Mengen von Wasser aufgenommen haben.

Wenn nun auch nach den Ergebnissen dieser chemischen Analyse eine gleichartige Zusammensetzung der Bimssteine im Allgemeinen sich nicht zu erkennen giebt, so scheint doch eine gewisse Gruppirung derselben nach benachbarten Oertlichkeiten ihres Vorkommens angedeutet und damit ein Hinweis auf den gleichen Ursprungsort gegeben zu sein.

Es steht aber ausserdem noch ein zweiter Weg der Beobachtung offen, nämlich der einer näheren mikroskopischen Untersuchung der Gesteinsbeschaffenheit und der mineralischen Beimengungen. Schon Zirkel, Rosenbusch und Lasaulx weisen auf die Unterschiede hin, welche sich bei Bimssteinen verschiedener Fundorte in Beziehung auf die Struktur der Bimssteinfäden, ihre Form, Gruppirung und in Bezug auf ihre Beimengungen wahrnehmen lassen. Ich habe zunächst diesen letzteren Weg einzuschlagen versucht. Meine mikroskopischen Untersuchungen zahlreicher Proben aus der Umgebung von Ems und aus den benachbarten rheinischen Bimssteinablagerungen, von denen ich mir durch die Vermittlung des Herrn Stürtz in Bonn Exemplare verschaffen konnte, lieferten das keineswegs überraschende Ergebniss, dass alle untersuchten Proben nahezu ganz die gleiche petrographische Beschaffenheit besitzen. Der Hauptsache nach besteht der rheinische Bimsstein aus einer porös schwammigen, weissen, durch Zersetzung oder Infiltrationen gelblichen Zusammenhäufung von Glasfäden, welche nach allen Richtungen sich kreuzend rundliche Blasenräume von sehr verschiedener Grösse bis zu 5 mm Dm. offen lassen. An

grösseren Blasenräumen sieht man häufig zahlreiche zugespitzte Enden von Glasfäden meist nach gleicher Richtung vorragen. Eine ausgesprochene Längenrichtung der Blasenräume tritt nicht in bemerkenswerther Weise hervor. Die Glasfäden sind durchweg wasserhell, fast ganz frei von Mikrolithen, dagegen reich an Bläschen und Lücken und entweder rundlich oder plattgedrückt in Lappen und Häutchen ausgebreitet, welche nur durch verdickte Streifchen oder Rippchen in verschlungenem Verlaufe der Masse eine wechselnde Durchsichtigkeit besitzen. Diese ausgesprochene Lithistiden-artige Schwammstruktur fand sich bei allen rheinischen Proben nur mit der Modifikation einer dichten oder weniger dichten Beschaffenheit in Folge kleinerer oder grösserer, zahlreicherer oder spärlicherer Poren vor. Auch in Bezug auf Mineral-Einschlüsse herrscht eine bemerkenswerthe Uebereinstimmung. Gleichsam umsponnen oder eingewickelt von den Glasfäden kommen grössere Krystalle oder krystallinische Ausscheidungen von Sanidin, Hornblende und Magneteisen in Allen vor. Selbst wenn diese Mineralien nur spärlich eingemengt sind, findet man sie leicht in dem Rückstande der gepulverten und abgeschlämmten Masse.

Der Sanidin zeigt sich meist in unregelmässigen Körnchen mit allen diesem Mineral eigenthümlichen Eigenschaften. Ob zugleich auch ein Plagioklas mit vorkommt, konnte ich nicht sicher feststellen.

Die Hornblende ist meist in Nädelchen krystallisirt, besitzt tief olivengrüne Farbe, ist parallelfaserig und stark dichroitisch. In den anscheinend stark angegriffenen Bimssteinstückchen, namentlich aus den mit Löss vergesellschafteten Lagen ist die Hornblende oft stark zersetzt und in eine braungelbe Masse verwandelt, welche bei der Zertrümmerung in bröckliche Körnchen zerfällt, aber immer noch Reste unzersetzter Hornblende in sich schliesst.

Ein Gehalt an Magnetit, der sich durch den Magnet auf das bestimmteste erkennen lässt, ist bei den meisten Proben nachweisbar. Wo er fehlt, wird er augenscheinlich durch braune rostige Theilchen vertreten, die von dem zersetzten Mineral abstammen.

Zu dem Bimsstein des Laacher See's, dem besterhaltenen von allen, die ich untersuchte, gesellen sich noch einige andere Mineraleinschlüsse hinzu, wodurch dieses Gestein sich aufs engste dem Laacher See-Trachyt anschliesst. Der Trachyt des Laacher See's nämlich enthält nach der Zusammenstellung Herr von Dechen's[1]) zahlreiche Mineralien, von denen einige auch im Bimsstein dieser Fundstelle wiederkehren. Namentlich findet sich in letzterem blauer Hauyn in zahlreichen Körnchen mit kleinsten Theilchen eines röthlichen, i. p. L. buntfarbigen Minerals. Auch kleine schwärzliche Knöllchen, welche sich wie Lavabröckchen verhalten, kommen vor.

Schäffer[2]) gibt in dem Bimsstein von Neuwied gleichfalls eine Beimengung von Hauyn oder Noseau an. Auch in den Proben der Umgebung von Ems gelang es mir, Hauyn sicher zu erkennen. In hohem Grade bemerkenswerth sind ferner die Einschlüsse kleiner, anscheinend vollständig gleicher Thonschieferschülferchen, welche ich genau ebenso im Bimsstein des Laacher See's, wie in jenen der Umgegend von Ems auffand.

Ganz im Allgemeinen ist der lithologische Charakter des Bimssteins dieser verschiedenen Ablagerungen so übereinstimmend, dass diess sehr zu Gunsten der Annahme eines gemeinschaftlichen Ursprungs spricht.

Werfen wir noch einen Blick auf die chemische Constitution der rheinischen Bimssteine zurück, welche durch

1) Geogn. Führer z. d. Laacher See. S. 84.

2) Die Bimssteinkörner bei Marburg, Inaug.-Diss. Marburg 1851. S. 51.

die schon mehrfach erwähnte, sehr umsichtige und sorgfältige Arbeit Schäffer's zum ersten Mal umfassend und gründlich erörtert worden ist, so treten hierbei allerdings immerhin nicht unbeträchtliche Differenzen hervor, welche gegenüber der nachgewiesenen grossen Uebereinstimmung im lithologischen Charakter auffallend erscheinen könnten. Um sie zu erklären, dürfte Rücksicht zu nehmen sein, einmal auf den mehr oder weniger stark vorgeschrittenen Verwitterungszustand und dann auf die Reinheit der analysirten Stücke. Dass die durch und durch gelblich gefärbten Stücke der Lössablagerungen, welche in den Poren oft eingedrungene lehmige Substanz beherbergen, oder die grauen Stückchen des sog. Sandsteins von Engers sich anders verhalten werden, als die meist blendend weissen Stückchen der kalkigen Ablagerungen von Sayn oder die grauen der obersten Berggehänge, dürfte nicht befremden. Es schien mir in dieser Richtung nicht unwichtig, um den Grad der Veränderungsfähigkeit des Bimssteins bei sonst analogem lithologischem Charakter weiter zu beurtheilen, die durch Schäffer und Wachendorf bereits festgestellte Thatsache der Zersetzbarkeit durch Salzsäure, welche für die rheinischen Bimssteine charakteristisch zu sein scheint, noch von mehreren Proben aus der Umgegend von Ems zu prüfen. Da bei derartigen Versuchen die Stärke der benutzten Säure, die Zeitdauer ihrer Einwirkung u. s. w. von einigem Einfluss sind, ging ich hierbei von der Behandlung des als Typus anzusehenden Bimssteins vom Laacher See aus und behandelte die verschiedenen Proben mit gleich starker Salzsäure bei gleicher Temperatur ungefähr gleich lang.

Das Resultat ist aus der folgenden Zusammensetzung zu ersehen:

Bimssteinproben von	I	II	III	IV	V
In Salzsäure unzersetzter Rest .	43,50	13,25	11,40	11,98	10,40
Kieselsäure des zersetzten Antheils	30,50	41,67	43,50	45,75	46,75
Thonerde und Eisenoxyd . . .	14,00	21,38	23,37	23,65	24,25
Kalkerde	0,75	1,38	0,90	0,90	1,25
Bittererde	1,70	1,20	0,88	0,80	0,75
Kali	2,90	4,30	2,99	2,53	3,67
Natron	3,14	4,50	7,99	5,85	5,43
Wassergehalt im Ganzen . . .	3,20	12,37	8,05	8,50	7,65
Zusammen	99,69	99,95	99,08	99,96	100,15

I. Bimsstein vom Laacher See.

II. Bimsstein vom Berggehänge oberhalb des neuen Hoffnungsstollens bei Ems.

III. Bimsstein von der Höhe oberhalb des Bades Ems.

IV. Bimsstein aus den Thallagen der Lössschichten im Braubach bei Ems.

V. Bimsstein aus den Thallagen bei Lindenbach unfern Ems.

Hierbei tritt die schwierige Zersetzbarkeit des Laachersee-Bimssteins gegenüber deren der übrigen Fundstücken ganz besonders stark hervor. Indessen ist zu bemerken, dass die gegebenen Zahlen keinen absoluten Werth besitzen. Denn ich fand, dass bei mehrmals wiederholter Behandlung mit Salzsäure der unzersetzte Rest bis auf 33% sich verringern liess. Das scheint wohl damit in Zusammenhang gebracht werden zu dürfen, dass dieser Bimsstein noch auf ursprünglicher Fundstelle sich findet und einen geringeren Grad von Veränderungen erlitten hat, als die verschwemmten Gesteine der Proben II—V. Diese zeigen eine ziemlich grosse Uebereinstimmung in ihrem Verhalten gegen die Säure und in der Zusammensetzung der parziellen Lösung. Am

leichtesten zersetzbar scheinen die Bimssteine der Lössbildungen zu sein. Doch ist die Zahl der untersuchten Proben zu gering, um daraus eine allgemein gültige Folgerung zu ziehen. Auch nach diesem chemischen Verhalten darf man mit grösster Wahrscheinlichkeit den Bimsstein der Thalablagerungen mit jenem der Berggehänge für identisch erklären und jenen als von diesem abstammend erklären.

Alles in Allem zusammengefasst neige auch ich mich nach dieser Untersuchung der Ansicht zu, dass die sämmtlichen Bimssteine der rheinischen Gegenden wenn auch nicht einem einzigen Ursprungspunkte, so doch einem gemeinsamen vulkanischen Herde entstammen, welchen wir in der vulkanischen Gegend des Mittelrheins zu suchen haben.

Seidel legt vor nachstehende Mittheilung des
rn P. du Bois-Reymond in Tübingen:

„Ein allgemeiner Satz über die Integrirbarkeit von Functionen integrirbarer Functionen."

Ich veröffentlichte (Leipz. Ann. Bd. XVI) ohne Beweis folgenden Lehrsatz:

Die integrirbaren Functionen

$$\varphi_1(x),\ \varphi_2(x),\ \ldots\ \varphi_n(x)$$

seien im Intervall

$$a \leqq x \leqq b$$

eingeschlossen resp. zwischen den Grenzen

$$\begin{array}{l} \alpha_1 \leqq \varphi_1(x) \leqq \beta_1, \\ \alpha_2 \leqq \varphi_2(x) \leqq \beta_2, \\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot \\ \alpha_n \leqq \varphi_n(x) \leqq \beta_n, \end{array}$$

und die Function $F(x_1, x_2, \ldots x_n)$ sei stetig ein Gebiet:

$$\begin{array}{l} \alpha_1 \leqq x_1 \leqq \beta_1, \\ \alpha_2 \leqq x_2 \leqq \beta_2, \\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot \\ \alpha_n \leqq x_n \leqq \beta_n, \end{array}$$

so ist $F(\varphi_1(x), \varphi_2(x), \ldots \varphi_n(x))$ im Intervall $a \ldots b$ von x integrirbar.

Da, wie ich höre, Zweifel an der Allgemeinheit dieses Satzes geäussert worden sind, so scheint es mir angezeigt, seinen Beweis mitzutheilen.

Es genügt die Integrirbarkeit einer stetigen Function von einer und von zwei integrirbaren Functionen nachzuweisen.

So sei denn zunächst $\varphi(x)$ im Intervall (a, b) integrirbar, α und β seien die untere und die obere Grenze der Werthe $\varphi(x)$ im Intervall (a, b), und $F(x)$ sei im Intervall (α, β) stetig. Alsdann wird behauptet, dass $\varphi(x) = F(\varphi(x))$ im Intervall (a, b) integrirbar ist.

Beweis. Wir theilen das Intervall (a, b) in n der Einfachheit halber gleiche Theile, und bezeichnen mit $\delta^{(n, \varepsilon)}$ einen jeden dieser Theile, in welchem die Schwankung von $\varphi(x)$ eine beliebig zu wählende Grösse ε nicht übersteigt. Bilden wir die Summe sämmtlicher solcher Theilintervalle: $\Sigma\delta^{(n, \varepsilon)}$, so ist b—a ihr Limes, wenn n in's Unbegrenzte wächst. Umgekehrt wenn für jeden noch so kleinen Werth ε die Summe $\Sigma\delta^{(n, \varepsilon)}$ den Limes b—a hat, so ist die Function $\varphi(x)$ integrirbar. Dies ist eine von der gebräuchlichen etwas abweichende Form der Bedingung der Integrirbarkeit, die nicht selten gute Dienste leistet.

Betrachten wir jetzt die Function $f(x) = F(\varphi(x))$. Einer Schwankung $\sigma^{(n, \varepsilon)}$ von $\varphi(x)$ in einer Strecke $\delta^{(n, \varepsilon)}$ entspricht eine Schwankung $\varsigma^{(n, \varepsilon)}$ von $f(x)$. Diese Schwankungen von $f(x)$ können aber durch Verkleinerung von ε sämmtlich unter einen gewählten Kleinheitsgrad gebracht werden. Denn da $F(\varphi)$ im Intervall (α, β) von φ stetig ist, so werden sämmtliche Schwankungen von $F(\varphi)$, welche Werthunterschieden von φ entsprechen, wegen der sogenannten gleichmässigen Stetigkeit mit dem grössten Werthunterschiede der φ zugleich beliebig verkleinert werden können.

Wir können folglich ε so klein annehmen, dass keine der Grössen $\varsigma^{(n, \varepsilon)}$ eine beliebig niedrige Grenze η übersteigt.

So können wir aber auch umgekehrt η beliebig klein annehmen, und die Summe $\Sigma\delta^{(n,\varepsilon)} = \Sigma\delta^{(n,\eta)}$ wird bei beliebig kleinen Schwankungen η von $f(x)$ in den Theilstrecken $\delta^{(n,\eta)}$ die Grenze $b-a$ haben, $f(x)$ daher integrirbar sein. Q. E. D.

Weiter handele es sich um eine Function $F(\varphi(x), \psi(x))$ von zwei integrirbaren Functionen $\varphi(x)$ und $\psi(x)$. Im Intervall (a, b) von x möge $\varphi(x)$ dem Intervall (α, β), $\psi(x)$ dem Intervall (α_1, β_1) angehören. Und es sei $F(\varphi, \psi)$ eine im Gebiet $\alpha \leqq \varphi \leqq \beta$, $\alpha_1 \leqq \psi \leqq \beta$, stetige Function von φ und ψ. Bezeichnen wir ferner mit $\delta_{\varphi}^{(n,\varepsilon)}$, $\delta_{\psi}^{(n,\varepsilon)}$ die ähnlich wie oben definirten Theile von $b-a$ in denen die Schwankung von φ resp. ψ die Grenze ε nicht übersteigt und mit $\delta_{\varphi,\psi}^{(n,\varepsilon)}$ die Theile von $b-a$ in denen die Schwankung weder von φ noch von ψ die Grenze ε übersteigt: so muss, da sowohl $\Sigma\delta_{\varphi}^{(n,\varepsilon)}$ als $\Sigma\delta_{\psi}^{(n,\varepsilon)}$ die Grenze $b-a$ haben, $\Sigma\delta_{\varphi,\psi}^{(n,\varepsilon)}$ die nämliche Grenze besitzen. Wegen der sogenannten gleichmässigen Stetigkeit der Function zweier Variabeln $F(\varphi, \psi)$ folgt das Weitere wie oben.

Die Ausdehnung dieses Beweises auf eine stetige Function einer beliebigen Anzahl integrirbarer Functionen liegt auf der Hand.

Auch eine Ausdehnung auf nur integrirbar vorausgesetzte Functionen von integrirbaren Functionen ist möglich, worauf ich an geeignetem Orte zurückkomme.

Jener allgemeine Satz gestattet u. A. die Behandlung, welcher ich in meinen „Erläuterungen zu den Anfangsgründen der Variationsrechnung" das Problem der kürzesten Linie unterwarf, *mutatis mutandis* auf das allgemeine Variationsproblem der einfachen Integrale auszudehnen.

Tübingen, 26. December 1881.

Herr v. Bischoff hielt einen Vortrag:

„Bemerkung über die Geschlechtsverhältnisse der Feuerländer."

Ich bitte die hohe Classe um Nachsicht, wenn ich im Anschluss an frühere Mittheilungen ein etwas heikles Thema zur Sprache bringe, nämlich die Geschlechtsverhältnisse der Feuerländer. Allein diese Menschengruppe steht so entschieden noch auf der niedrigsten Stufe der Civilisation und lebt überhaupt in so absonderlichen Zuständen, dass es sehr angezeigt schien, bei ihrer dermaligen Anwesenheit in Europa und hier in München, den Versuch zu machen, über Verhältnisse Auskunft zu erhalten, welche selbst an Ort und Stelle nur sehr schwierig zu ermitteln sein dürften. Auch hier stellten sich einer solchen Ermittelung ihrer Geschlechts-Verhältnisse die grössten Schwierigkeiten entgegen, obgleich ich die Zuvorkommenheit und Gefälligkeit, mit welcher Herr Terne, der Director des Unternehmens, meine Wünsche unterstützte, nicht genug rühmen kann. Allein ausser der Schwierigkeit sich mit den Feuerländern zu verständigen, da sie nur eine sehr unvollkommene und gänzlich unbekannte Sprache besitzen, trat mir in überraschender Weise die Schamhaftigkeit der Individuen und insbesondere der weiblichen, sehr hinderlich entgegen, was wohl um so bemerkenswerther ist, da diese Menschen in ihrer

Heimath vollständig nackt einhergehen, und erst seit ihrer Ankunft in Europa sich an einige Bekleidung gewöhnt haben.

So gelang es mir denn nur mit Schwierigkeit, mich zu überzeugen, dass die Weiber auch dieses Völkerstammes sich im Wesentlichen in der Bildung ihrer äusseren Geschlechtsorgane nicht von dem allgemeinen menschlichen Typus entfernen, und nicht im Mindesten sich den bei den Affen und Anthropoiden vorkommenden Formen anschliessen. Sie besitzen gut entwickelte grosse Schamlippen, welche bei der untersuchten, noch jungen Person, eine ganz geschlossene Rima pudendorum begrenzen, und nach Oben und Vorne in einen gut entwickelten Schamberg übergehen. Auffallend aber ist, dass dieselben keine Spur von Haarwuchs zeigen, welcher auch nicht etwa künstlich entfernt ist. Auch in der Achselhöhle finden sich keine Haare. In Beziehung auf die kleinen Schamlippen, konnte ich mich nur soweit unterrichten, dass dieselben ganz innerhalb der grossen Schamlippen verborgen und daher nicht stark entwickelt, aber deutlich zu beobachten waren. Die Clitoris war jedenfalls nur klein und nicht affenartig gross. Wie sich die kleinen Schamlippen noch Unten und Hinten verhielten, und ob sie hier ein Frenulum mit einer Fossa navicularis bildeten, davon konnte ich mich bei dem Sträuben der Person nicht unterrichten. Ich will nur noch hinzufügen, dass es selbst bei den kleinen 4- und 3-jährigen Mädchen der Truppe unmöglich war, sich von dem Verhalten ihrer Geschlechtstheile zu überzeugen, indem ihr eigenes Sträuben auch noch von dem ihrer Mutter unterstützt wurde, daher ich denn über das Vorhandensein eines Hymens keine Auskunft erhalten konnte.

Sehr bemerkenswerth war, was mir über die Menstruationsverhältnisse dieser Feuerländerinnen mitgetheilt wurde.

Man hat es immer zu den specifischen Menschencharakteren gerechnet, selbst noch ehe man von der wahren Bedeutung dieser Erscheinung unterrichtet war, dass die Weiber aller Völkerschaften diese periodischen Blutungen aus den Genitalien wahrnehmen lassen, und auch der Typus derselben ein ziemlich übereinstimmender, vierwöchentlicher ist. Nur von den Lappländerinen und Grönländerinen ist angegeben worden, dass dieselben nur alle 3 Monate und selbst nur 2 bis 3 mal im Jahre menstruirt seien. Woher die beiden französischen Geburtshelfer Velpeau und Gardien diese Notiz erhielten, ist mir nicht bekannt. Nach Guérauld soll bei den Eskimos die Menstruation während der Zeit des Winters und des Mangels an Nahrung ausbleiben. Seitdem wir durch meine Untersuchung wissen, dass diese Blutung nur das äussere Symptom der periodischen Reifung der Eier (Ovulation) ist, besitzt dieselbe natürlich in Beziehung auf die Fruchtbarkeit der Weiber eine noch höhere Bedeutung, und wenn dieselbe wirklich bei einzelnen Völkerschaften seltener eintritt als bei anderen, so müssen wir daraus auf eine geringere Fruchtbarkeit derselben schliessen, wobei indessen nicht übersehen werden darf, dass möglicherweise die Ovulation vorhanden sein kann, ohne dass ihr äusseres Symptom in einer Blutung hervortritt, wie das ja bei den meisten Säugethieren während der Brunst der Fall ist.

Nun wurde mir von dem Wärter der Feuerländer, welcher dieselben von ihrer Heimath aus, also seit Juli vorigen Jahres bis jetzt begleitet hat, versichert, dass er bei den Weibern niemals eine Blutung aus den Genitalien habe wahrnehmen können, obgleich dieselben, wie gesagt, auf dem Schiffe noch ganz nackt gingen, und auch mit Recht von dem Wärter hervorgehoben wurde, dass man eine solche Blutung an ihren sparsamen Kleidungsstücken müsste bemerkt haben. Herr Terne indessen sagte mir, dass

er glaube zuweilen einige geringe Blutspuren an den Weibern beobachtet zu haben, ohne in Beziehung auf einen Typus irgend etwas aussagen zu können.

Es würde nun gewiss sehr bemerkenswerth sein, wenn wir hier eine Menschenart vor uns hätten, bei welcher die Ovulation ohne äussere Blutung stattfände, und ist es desshalb sehr zu wünschen, dass Herr Terne seine Absicht, durch eine angemessene Kleidung und eine genauere Controlle derselben die Thatsache sicherer festzustellen, ausführen wird. Ueber die Fruchtbarkeitsverhältnisse der Feuerländer ist Nichts bekannt, doch wird ihre ganze Anzahl auf kaum 4000 auf einer Fläche von circa 1500 □ Meilen angegeben, woraus man wohl auf eine geringe Fruchtbarkeit schliessen kann, welche abgesehen selbst von den klimatischen und ungünstigen Ernährungsverhältnissen, von einer selteneren Ovulation bei den Weibern bedingt sein könnte. Diese Vermuthung wird auch dadurch unterstützt, dass von den 4 Weibern während der Zeit ihrer Beobachtung, also seit 7 Monaten, nur eine schwanger ist, obgleich die Begattung wohl unzweifelhaft ausgeübt wird.

Von den Männern wurde mir mitgetheilt, dass bei denselben in Beziehung auf ihre Geschlechtsverhältnisse, Nichts Abweichendes von denen anderer Völkerschaften beobachtet werde, dieselben namentlich an den Geschlechtsorganen in gewöhnlicher Weise behaart seien. Doch scheint der Geschlechtstrieb bei denselben wenig entwickelt zu sein, indem sie als kalt und faul bezeichnet werden. Daher auch bei denjenigen ihrer Weiber, bei welchen dieses nicht der Fall ist, die Weissen vorgezogen werden. Der Coitus wird nach Angabe der Wärter ab anteriore vollzogen.

Es ist sehr zu wünschen, dass alle diese Verhältnisse während des Aufenthaltes der Feuerländer in Europa noch weiter festgestellt werden.

Herr Emil Fischer hält einen Vortrag über:

„Umwandlung des Xanthins in Theobromin und Caffeïn."

Das Xanthin hat die Zusammensetzung $C_5 H_4 N_4 O_2$ und unterscheidet sich von dem Theobromin $C_7 H_8 N_4 O_2$ durch den Mindergehalt von zwei Kohlenstoff und vier Wasserstoff. A. Strecker[1]) sprach desshalb schon vor längerer Zeit die Vermuthung aus, dass die zweite Base ein Dimethylderinat der ersteren sei. Er versuchte jedoch vergebens, seine Ansicht experimentell zu beweisen. Durch Erhitzen von Xanthinsilber mit Jodmethyl erhielt er vielmehr ein Methylxanthin, welches durchaus verschieden von Theobromin sein soll. Dieses negative Resultat scheint Strecker veranlasst zu haben, seine Anschauung über die Beziehungen der beiden Basen zu einander zu ändern, denn er schreibt unmittelbar nachher denselben zwei ganz verschiedene rationelle Formeln zu.

Im Anschluss an eine Untersuchung über die Natur des Caffeïns[2]) habe ich den Versuch von Strecker unter veränderten Bedingungen und mit besserem Erfolge wiederholt.

---

1) Annal. Chem. Pharm. 118. 172.

2) Berichte d. deutschen chem. Gesellschaft. XIV. 637. 1905. XV. 29.

Da das amorphe Xanthinsilber für den Zweck wenig geeignet schien, so wurde statt seiner das Bleisalz benutzt. Man erhält dasselbe als weissen krystallinischen Niederschlag, wenn man Xanthin in der zur Bildung des neutralen Salzes $C_5 H_2 N_4 O_2 Na_2$ nöthigen Menge Natronlauge löst und in der Siedehitze mit essigsaurem Blei fällt. Wird das bei 130° getrocknete Salz mit der $1^1/_4$ fachen Gewichtsmenge Jodmethyl im geschlossenen Rohre 12 Stunden auf 100° erhitzt, so findet eine vollständige Umsetzung statt und der Röhreninhalt ist in eine fast trockene, durch Jodblei stark gelb gefärbte Masse verwandelt.

Dieselbe wurde mit Wasser ausgekocht, die Lösung zur Entfernung einer kleinen Menge Blei mit Schwefelwasserstoff behandelt und das farblose Filtrat nach dem Uebersättigen mit Ammoniak verdampft.

Bei genügend starker Concentration schied sich schon in der Hitze ein schwach gelb gefärbtes krystallinisches Pulver ab, welches alle Eigenschaften des Theobromins besitzt. Für die Analyse wurde das Product in heisser, starker Salzsäure gelöst und nach der Entfärbung durch Thierkohle mit Wasser und Ammoniak gefällt.

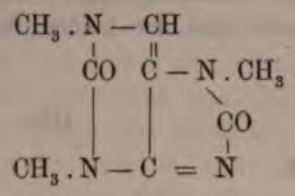
Gefunden:		Berechnet für $C_7 H_8 N_5 O_2$
C	46,7	46,66
H	4,1	4,4
N	31,7	31,1

Um endlich jeden Zweifel über die Identität der Verbindung mit dem natürlichen Theobromin zu beseitigen, wurde dieselbe nach der Methode von Strecker noch in Caffeïn übergeführt.

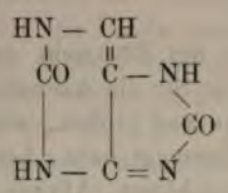
Durch diese Resultate ist der unanfechtbare Beweis geliefert, dass Theobromin und Caffeïn als Dimethyl- beziehungsweise Trimethylxanthin aufzufassen sind. Zugleich

wird dadurch die Constitution des Xanthins selber aufgeklärt.

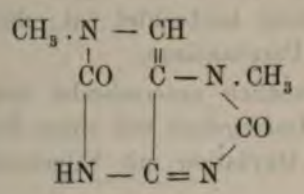
Wie ich vor Kurzem nachgewiesen habe, ist das Caffeïn nach folgendem Schema constituirt:



Das Xanthin erhält mithin die Formel:



während das Theobromin mit der Formel:



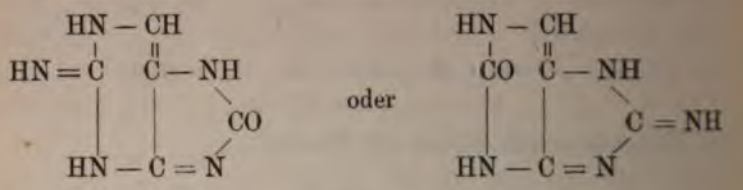
in der Mitte zwischen den beiden vorhergehenden steht.

Wie ein Blick auf diese Formeln zeigt, vertheilen sich die beiden zuerst in das Xanthin eintretenden Methyl gleichmässig auf beide Harnstoffgruppen.

Dasselbe ist bei der Harnsäure der Fall; denn die Dimethylharnsäure zerfällt nach den Versuchen von Hill

bei der Spaltung durch Chlor in Methylharnstoff und Monomethylalloxan.

Mit dem Xanthin nahe verwandt sind bekanntlich Guanin und Sarkin[1]). Das erstere enthält an Stelle eines Harnstoffrestes die Guanidingruppe. Seine Constitution lässt sich also durch eine der beiden folgenden Formeln veranschaulichen:



Die erste halte ich mit Rücksicht auf das Verhalten des Guanins gegen Chlor für die wahrscheinlichere. Während Xanthin, Theobromin und Caffeïn, wie ich mich durch besondere Versuche überzeugt habe, bei der Behandlung mit Salzsäure und Kaliumchlorat, Alloxan resp. dessen Methylderivate liefern, entsteht aus dem Guanin unter denselben Bedingungen keine Spur dieses Körpers. Es zerfällt, wie Strecker ganz richtig beobachtet hat, direct in Guanidin, Kohlensäure und Parabansäure.

Das Sarkin endlich unterscheidet sich von dem Xanthin durch den Mindergehalt von einem Sauerstoffatom und lässt sich durch Oxydation mit Salpetersäure in letzteres umwandeln.

Geht man von der obigen Formel des Xanthins aus, so werden die Beziehungen beider Körper zu einander am leichtesten verständlich, wenn man in dem Sarkin an Stelle eines Harnstoffrestes die Atomgruppe N = CH — N annimmt.

---

1) Annal. Chem. Pharm. 118. 151.

Unter dieser Voraussetzung lassen sich jedoch drei verschiedene Formeln construiren. Welche von denselben die richtige ist, hoffe ich durch Methylirung und nachfolgende Spaltung der Base mit Chlor entscheiden zu können.

Der Nachweis, dass die bisher nur als Producte des thierischen Stoffwechsels beobachteten drei Verbindungen Xanthin, Guanin und Sarkin den Pflanzenbasen Caffeïn und Theobromin gleich constituirt sind, führt zu dem Schlusse, dass alle diese Körper aus ähnlichen Stoffen durch dieselben chemischen Processe im Organismus gebildet werden. Vielleicht sind dieselben directe Spaltungsproducte der Eiweisstoffe; ich halte es jedoch vorläufig für wahrscheinlicher, dass sie synthetisch aus Harnstoff oder seinen einfachen Derivaten und einem Oxydationsproduct des Glycerins resp. der Fette durch Wasserabspaltung entstehen.

Durch die oben beschriebene Umwandlung des Xanthins in Caffeïn ist ferner die Möglichkeit gegeben, diese Base, welche als der wirksamste Bestandtheil zweier wichtiger Genussmittel ein besonderes Interesse hat, aus einem anderen Rohmaterial, dem Guano, zu gewinnen.

---

rzeichniss der eingelaufenen Büchergeschenke.

Von der Société Imp. des Naturalistes in Moskau:

Bulletin. Année 1881. 8°.

Von der Académie des Sciences et lettres in Montpellier:

Mémoires. Section des Sciences. Tom. X. 1881. 4°.

Von der Société Vaudoise des Sciences naturelles in Lausanne:

Bulletin. 2e Sér. Vol. XVII. No. 86. 1881. 8°.

Vom Verein für Naturwissenschaften in Hermannstadt:

Verhandlungen und Mittheilungen. 31. Jahrg. 1881. 8°.

Von der Société Linnéenne de Normandie in Caen:

Bulletin. 3e Sér. Vol. 4. Année 1879—80. 1880. 8°.

Von der Redaction des Moniteur scientifique in Paris:

a) Moniteur scientifique. Tom. XI. Novembre. 1881. 4°.
b) „ „ Livr. 480. Decembre. 1881. gr. 8°.

Von der Accademia Pontificia dei Nuovi Lincei in Rom:

Atti. Anno 34. 1881. 4°.

Vom Botanischen Verein Irmischia in Sondershausen:

Irmischia. Correspondenzblatt des botanischen Vereins für das nördliche Thüringen. I. Jahrgang. 1881. 8⁰.

Von der Société zoologique de France in Paris:

De la nomenclature des êtres organisés. 1881. 8⁰.

Vom Verein für Naturkunde in Cassel:

28. Bericht des Vereins 1880—81. 1881. 8⁰.

Von der Società Toscana di scienze naturali in Pisa:

Atti. Memorie. Vol. 5. 1881. gr. 8⁰.

Vom Verein für Geschichte und Naturgeschichte der Baar in Donaueschingen:

Schriften. Heft 4. 1882. Tübingen 1882. 8⁰.

Vom Centralbureau der europäischen Gradmessung in Berlin:

Verhandlungen der 1880 zu München abgehaltenen 6. allgemeinen Conferenz der europäischen Gradmessung. 1881. 4⁰.

Von der naturwissenschaftlichen Gesellschaft Isis in Dresden:

Sitzungsberichte und Abhandlungen. Jahrgang 1881. 8⁰.

Vom Mineralogisch-geologischen Museum in Dresden:

Mittheilungen. Heft 4. Cassel 1881. 4⁰.

Vom Museum of comparative Zoölogy in Cambridge, Mass.:

Memoirs. Vol. VIII. 1881. 4⁰.

Von der Gesellschaft der Mathematiker und Physiker in Prag:

Casopis pro pěstování mathematiky a fysiky. Band X. 1880 bis 81. 8⁰.

Einsendungen von Druckschriften.

Von der Royal Society of Victoria in Melbourne:

isactions und Proceedings. Vol. XVII. 1881. 8⁰.

vom Oesterreichischen Ingenieur- und Architekten-Verein in Wien:

des hydrotechnischen Comités über die Wasserab-
ı den Quellen, Flüssen und Strömen. 1881. 8⁰.

Vom Polytechnischen Verein in München:

alog der Bibliothek, Stand Ende Juli 1881. 8⁰.

Von The Lords Commissioners of the Admiralty in London:

Catalogue of 12441 Stars for the Epoch 1880 from Observations made at the Royal Observatory, Cape of Good Hope 1871—1879 by E. J. Stone. 1881. 4⁰.

Von der K. Akademie der Wissenschaften in Kopenhagen:

Skrifter. Naturvidenskab. Afdeeling. Vol. II. 1881. 4⁰.

Von der Societas pro Fauna et Flora fennica in Helsingfors:

Meddelanden. Heft 6—8. 1881. 8⁰.

Von der Academia Real das Sciencias in Lissabon:

a) Memorias. Classe de sciencias mathematicas. Nova Serie. Tomo V, 2. VI, 1. 1878—81. 4⁰.

b) Jornal de sciencias mathematicas, physicas e naturaes No. 24—29 (Dez. 1878 bis Dez. 1880). 1878—80. 8⁰.

c) Flora dos Lusiadas pelo Conde de Ficalho. 1880. 8⁰.

d) Elementos de histologia geral por Ed. Aug. Motta. 1880. 8⁰.

e) Vida e viagens de Fernão de Magalhães por Diego de Barros Arana, trad. do hespanhol. 1881. 8⁰.

f) Conferencias celebradas acerca dos descobrimentos dos Portuguezes na Africa. No. 4. 1880. 8⁰.

Von John Hopkins University in Baltimore:

American Journal of Mathematics. Vol. IV. 1881. 4⁰.

Von der Kaiserlichen Bergverwaltung in Tiflis:

Materialy dlä geologiy Kavkasa. Heft 3. 1881. 8⁰.

Von der naturforschenden Gesellschaft in Görlitz:

Abhandlungen. Bd. 17. 1881. 8⁰.

Von der Astronomical Society in London:

Monthly Notices. Vol. 42. 1881. 8⁰.

Von der Schweizerischen geodätischen Commission in Zürich:

Das Schweizerische Dreiecknetz. Bd. I. 1881. 4⁰.

Von der 3. internationalen Polar-Konferenz in St. Petersburg:

Bericht über die Verhandlungen und Ergebnisse. 1881. 4⁰.

Vom North of England Institute of Mining & Mechanical Engineers in Newcastle-upon-Tyne:

a) Transactions. Vol. 1, 2, 8—20, 21—33 und Index zu vol. 1—25 (1852—76). 1852—1881. gr. 8⁰.

b) An Account of the Strata of Northumberland and Durham. Tom. 1. 2. 1878—81. 8⁰.

c) Illustrations of fossil plants prepared under the supervision of the late Dr. Lindley, ed. by G. A. Lebour. London 1877. 8⁰.

d) Catalogue of the Hutton Collection of fossil plants by G. A. Lebour. London 1878. 8⁰.

Von der Royal Geological Society of Ireland in Dublin:

Journal. Vol. XVI. London 1881. 8⁰.

Einsendungen von Druckschriften.

Vom Muséum d'histoire naturelle in Paris:

uvelles Annales. II. Série. Tom. 4. 1881. 4°.

n Astrophysikalischen Observatorium in Potsdam:

nen. Bd. II. 1881. 4°.

Vom I tituto historico geographico e ethnographico do Brasil in Rio de Janeiro.

Revista trimensal. Vol. 39, 1. 2. 40, 1. 2. 41, 1. 2. 42, 1. 2. 43, 1. 1876—80. 8°.

Von der Boston Society of natural History in Boston:

Anniversary Memoirs. 1830—1880. 1880. 4°.

Vom United States Naval Observatory in Washington:

a) Astronomical and meteorological Observations. Part. II. 1880. 4°.

b) Reports on the total Solar Eclipses of July 29, 1880 and January 11, 1880. 4°.

Vom United States Department of Agriculture in Washington.

Annual Report of the Commissioner of Agriculture for the years 1878 and 1879. 1879—80. 8°.

Von der American philosophical Society in Philadelphia:

Proceedings. Vol. XIX. No. 108. 1881. 8°.

Vom Essex Institute in Salem:

a) Bulletin. 1880. Vol. XII. 1880. 8°.
b) Visitors' Guide to Salem. 1880. 8°.

Von der Redaction des American Journal of Science in New-Haven.

The American Journal of Science. Vol. XXII. 1881. 8°.

Von der Society of natural sciences in Buffalo:

Bulletin. Vol. IV. 1881. 8°.

Von der Oberhessischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde in Giessen:

20. Bericht. 1881. 8°.

Von Herrn Fridolin Sandberger in Würzburg:

Untersuchungen über Erzgänge. Heft I. Wiesbaden 1882. 8°.

Von Herrn L. Cremona in Rom:

Collectanea mathematica nunc primum edita cura et studio L. Cremona et E. Beltrami. Mediolani 1881. 8°.

Von Herrn Ferdinand v. Müller in Melbourne.

Eucalyptographia. Decade III und VII. Melbourne 1879 bis 80. 4°.

Von Herrn Gustavus Hinrichs in Jowa City, Jowa.

Report of the Jowa Weather Service. 1879, Mai—Dec. 1880, Januar—April. Des Moines 1880. 8°.

Von Herrn L. A. Huguet-Latour in Montreal, Canada:

a) Proceedings at the annual Meeting of the Natural History Society of Montreal for the year ending Mai 1881. Montreal 1881. 8°.

b) 29th annual Report of the Natural History Society of Montreal, 18th May 1857. Montreal 1857. 8°.

c) Exposition provinciale de Quebec. Liste des prix. Montreal 1881. 8°.

d) Geological Survey of Canada. 4 Karten.

Einsendungen von Druckschriften.

Von Herrn Hébert in Paris:

rrain crétacé des Pyrenées. 1881. 8⁰.

on Herrn George A. Gibson in Edinburgh:

of Duboisia on the Circulation. 1881. 8⁰.

Von Herrn Baeyer in Berlin:

r die Nivellements-Arbeiten im Preussischen Staate. 1881. 4⁰.

Von Herrn K. Prantl in Würzburg:

Untersuchungen zur Morphologie der Gefäss-Kryptogamen. Heft I. II. Leipzig 1875—81. Fol.

Von Herrn Ernst Ebermayer in München:

Physiologische Chemie der Pflanzen. Bd. I. Berlin 1882. 8⁰.

Von Herrn Johann N. Woldrich in Wien:

Diluviale Fauna von Zuzlawitz bei Winterberg im Böhmerwalde. Th. II. 1881. 8⁰.

Von Herrn Gustaf Retzius in Stockholm:

Das Gehörorgan der Wirbelthiere. Bd. I. 1881. Folio.

Von Herrn William Harkness in Washington:

On the relative accuracy of different methods of determining the Solar Parallax. New Haven 1881. 8⁰.

Von Herrn Gerhard vom Rath in Bonn:

Palaestina und Libanon. 1881. 8⁰.

Von Herrn Eduard Regel in St. Petersburg:

Descriptiones plantarum novarum. Fasc. 8. Petropoli 1881. 8.

Sitzungsberichte

der

königl. bayer. Akademie der Wissenschaften.

Oeffentliche Sitzung

zur Feier des 123. Stiftungstages

am 28. März 1882.

Der Secretär der mathematisch-physikalischen Classe, Herr v. Kobell zeigt nachstehende Todesfälle der Mitglieder an:

Das ordentliche Mitglied: Dr. Hermann v. Schlagintweit-Sakünlünski. Die auswärtigen Mitglieder: Dr. Schleiden und Th. Schwann. Die correspondirenden Mitglieder: Dr. Heine und Achille Delesse.

Dr. Hermann von Schlagintweit-Sakünlünski.

Geb. am 13. Mai 1826 in München.
Gest. am 19. Januar 1882 ebenda.

Schlagintweit begann die wissenschaftliche Laufbahn mit Studien über physikalische Geographie. Von 1846—48 unternahm er mit seinem Bruder Adolph Reisen in den Alpen, die er 1851 fortsetzte und dabei ein reiches Material sammelte, um die physischen Verhältnisse der genannten Gebirgszüge in Beziehung auf Atmosphäre, deren Durchsichtigkeit, Farbe des Himmels, Vertheilung der mittleren Jahrestemperatur, über den Kohlensäuregehalt der Luft und die

dortigen Regenverhältnisse zu erforschen. Er untersuchte die physischen Eigenschaften des Eises im Zusammenhang mit den vorzüglichsten Phänomenen der Gletscher und verband damit mehrere Höhenbestimmungen. Von 1851—54 docirte er als Privatdocent an der Universität zu Berlin über Meteorologie und physikal. Geographie. Von 1854 bis 1857 unternahm er mit seinem Bruder Adolph auf Befürwortung von Al. v. Humboldt in Auftrag der Brittisch-ostindischen Compagnie und mit Unterstützung der Preussischen Regierung eine Reise nach Ostindien, Tibet und den angrenzenden Ländern. Auf dieser Reise begleitete ihn auch ein jüngerer Bruder Robert. Adolph, der durch Hochasien nach Sibirien vordringen wollte, wurde zu Kaschgar in Ost-Turkestan ermordet.

Die Reiseberichte Schlagintweits über Indien und Hochasien sind in englischer Sprache im Journal der Asiatic Society of Bengal aufgenommen. Eine deutsche Ausgabe der „Reisen" ist in 4 Bänden (1869—75) bei Costenoble erschienen mit Karten, xylographischen Tafeln und Profil-Panoramen. Den, in diesen Bänden zusammengestellten Abhandlungen über den Himalaya, über Tibet und Ost-Turkistan sind auch Darstellungen der Landschaft und der Cultur und Sitten der Bewohner beigegeben.

Nachträge und Detailstudien über die Höhenverhältnisse von Indien und Hochasien, über deren Temperaturstationen und Isothermen, thermische Verhältnisse der tiefsten Gletscherenden im Himalaya und in Tibet und viele andere betreffende Beobachtungen sind in den Sitzungsberichten der Akademie mitgetheilt. — Ebenda findet sich eine Abhandlung über Nephrit, Jadeit und Saussurit im Künlüngegebirge. — Ein sinnreiches Instrument zur Längenbestimmung von Wegen und Flüssen auf Karten ist sein „Skalenrädchen". Seine reichhaltigen Sammlungen für Botanik, Zoologie und Paläontologie boten schätzbares Material

für wissenschaftliche Untersuchungen und sind von Buchenau, Engler, Schulz-Bipontinus, Günther, Oppel und Gümbel bearbeitet worden. Andere Gegenstände seiner Sammlungen, Buddhistisches und Tibetanisches, die Volkssprachen Ostindiens und Aehnliches hat sein Bruder Emil Schlagintweit bearbeitet.

Man erkennt aus der Uebersicht seiner Leistungen, dass Hermann von Schlagintweit mit aufopferndem Fleiss und ausgebreitetem Wissen seine Arbeiten durchführte und sind denn auch seine Verdienste in vielfacher Weise durch Orden und Ehrendiplome ausgezeichnet worden. — Den Beinamen Sakünlünski erhielt er als russischen Ehrentitel von der literarischen Societät in Kasan, wegen seiner Uebersteigung des Gebirges Künlün und mit dem Namen Schlagintweit-Sakünlünski ist er von König Max II. von Bayern dem Adelsstand des Königreichs einverleibt worden.

Mathias Jakob Schleiden.

Geb. 1804 am 5. April in Hamburg.
Gest. 1881 am 23. Juni zu Frankfurt.

Schleiden, zuerst Advokat in Hamburg, wurde 1839 Professor der Botanik in Jena und 1863 in Dorpat. Er privatisirte dann in Dresden. Schleiden hat sich besonders um Phytotomie und Physiologie der Pflanzen verdient gemacht, unter andern durch seine Untersuchungen, betreffend die Umbildungen des Pflanzen-Ei's zum Embryo. Es wird hervorgehoben, wie er seine Arbeiten mit seltener wissenschaftlicher Strenge durchgeführt und wie er unwissenschaftlichen Darstellungen mit einer oft beissenden Kritik entgegengetreten ist. Er hat dadurch, wie ihm v. Martius das Zeugniss giebt, einen sehr wohlthätigen Einfluss auf die Wissenschaft ausgeübt und so zu sagen, des öfteren die Luft der botanischen Literatur gereinigt. Ausser seinen

Werken „Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik“ und „Handbuch der Pharmakognosie“ hat er sich durch die geistreichen Schriften „Die Pflanze und ihr Leben“ und „Die Geschichte und Symbolik der Rose“ als ein origineller und vielseitiger Gelehrter ausgezeichnet.

Theodor Schwann.

Geb. 1810 am 7. December zu Neuss, Reg.-Bezirk Düsseldorf.
Gest. 1881 am 11. Januar in Köln.

Schwann erhielt seine wissenschaftliche Ausbildung auf dem Neusser Progymnasium, im Jesuiten-Collegium zu Köln und weiter an den Universitäten zu Bonn, Würzburg und Berlin, wo er Medicin und Naturwissenschaften studirte. In Berlin erwarb er 1834 den Doctortitel und als Assistent des berühmten Physiologen Johannes Müller machte er sich ruhmvoll bekannt durch seine Arbeit über die Entwicklung der Eier, über das Wesen des Verdauungsprocesses, durch die Entdeckung des Pepsins und durch seine Versuche über die Weingährung und über Fäulniss. Weitere Untersuchungen betrafen das Gesetz der Muskelzusammenziehung und der Contractilität der Arterien, sowie über die Functionen der Galle. Als die glänzendste seiner Arbeiten ist seine Zellentheorie hervorzuheben und die mikroskopische Untersuchung über die Uebereinstimmung der Thiere und Pflanzen in der Textur und im Wachsthum. Er hat zuerst diese, früher nicht anerkannte Gleichheit der Entwickelungsgesetze der Elementartheile der Thiere und Pflanzen nachgewiesen, mit der es sich ähnlich verhalte, wie bei den Krystallen, welche trotz der Verschiedenheit ihrer Form, alle nach denselben Gesetzen sich bilden. Diese wichtige Thatsache war verborgen geblieben, da Zellengebilde, wie sie in den Pflanzen zu beobachten, bei den Thieren gar nicht vorzukommen schienen. Einen geschichtlichen Ueber-

blick über die betreffenden Beobachtungen und Erfahrungen der hervorragendsten Physiologen hat er in der Einleitung zu seiner Schrift der mikroskopischen Untersuchungen dargelegt.

Schwann wurde bereits im Jahre 1838, erst 28 Jahre alt, zum ordentlichen Professor der Universität Löwen berufen und vertauschte, zehn Jahre später, diesen Lehrstuhl mit dem gleichen in Lüttich.

Heinrich Eduard Heine.

Geb. 1821 am 15. März zu Berlin.
Gest. 1881 am 24. Oktober zu Halle.

E. Heine war seit 1856 ordentl. Professor der Mathematik an der Universität zu Halle, früher Privatdocent und ausserordentlicher Professor an der zu Bonn.

Heine nahm nach dem Zeugniss der Fachgenossen unter den aus Dirichlets Schule hervorgegangenen Mathematikern eine hervorragende Stelle ein und hat zahlreiche, die Integralrechnung betreffende Abhandlungen publicirt. Seine Untersuchungen über Kugelfunctionen, über die Theorie der Kettenbrüche und über die elliptischen Integrale sind als sehr werthvolle Arbeiten anerkannt, ebenso seine Abhandlungen über Reihenentwicklung algebraischer Funktionen, über den Uebergang von den unbestimmten zu den bestimmten Integralen und sein Beitrag zur Theorie der Anziehung und der Wärme.

Achille Delesse.

Geb. 1817 am 3. Februar zu Metz.
Gest. 1881 am 24. März zu Paris.

Delesse machte seine ersten Studien in seiner Vaterstadt, kam dann in die Polytechnische Schule und 1839 in das Corps des Mines. Wissenschaftliche Reisen in Frankreich, Deutschland, Polen und England erweiterten und

vermehrten seine Kenntnisse in den gewählten Fächern der Mineralogie und Geologie, für welche er 1845 als Professor in Besançon angestellt wurde. Nach 5 Jahren kam er wieder nach Paris, docirte an der Sorbonne und wurde Maître des conférences an der École Normale supérieure, indem er gleichzeitig die Stelle eines Ingénieur des Mines übernahm. Seine ersten Arbeiten im Gebiete der Mineralogie betrafen chemische Untersuchungen verschiedener Mineralspecies und die Natur der Pseudomorphosen. Dann beschäftigte er sich mit zahlreichen Analysen der plutonischen und vulkanischen Gesteine und mit den Erscheinungen des Metamorphismus. Er studirte den Einfluss hoher Temperatur auf die Veränderung normaler Felsarten, ebenso den Einfluss heisser Quellen und anderer, aus der Tiefe kommenden und nachhaltig wirkenden Ausströmungen, ferner die Meeresablagerungen der Tiefe und den Aufschluss, welchen sie für die Schichtenbildungen der Gesteine geben.

Eingehende mineralchemische Untersuchungen betreffen die Felsarten der Vogesen, den Protogin der Alpen und den Kugeldiorit von Corsika, ferner Granit und den antiken rothen Porphyr. — Er nahm bei seinen Arbeiten stets Rücksicht auf die Leistungen Anderer und hat seit 20 Jahren eine Révue de progrès de la Géologie in den Annales des Mines publicirt. Mit unermüdlicher Thätigkeit widmete er sich den Funktionen am Bergkorps. Er wurde zum Professor der Agrikultur an der École des Mines ernannt und gründete den geologischen Cours des agronomischen Instituts. Im Jahre 1879 wurde er Mitglied der Akademie, war Präsident der Geographischen Gesellschaft und war Officier der Ehrenlegion (1876).

Er war durch edlen Charakter wie durch umfassende Kenntnisse hervorragend und wurde sein Verlust schmerzlich von Allen beklagt, welche ihn kennen gelernt haben.

Mathematisch-physikalische Classe.

Nachtrag zur Sitzung vom 3. December 1881.

Herr L. Radlkofer sprach:

„Ueber die Zurückführung von *Omphalocarpum* zu den Sapotaceen und dessen Stellung in dieser Familie."

Die Gattung *Omphalocarpum*, mit der einzigen Art *O. procerum*, ist von Palisot-Beauvois, welcher vor fast hundert Jahren (1786—87) die Pflanze in Westafrica zuerst beobachtete und in seiner Flore d'Oware et de Benin en Afrique, Vol. I, p. 6 und 7, tab. 5 und 6 bekannt machte, der Familie der Sapotaceen zugewiesen worden — unter Zustimmung von Jussieu, wie der „Extrait de la Decade philosophique" bekundet, welcher der genannten Flora vorausgeschickt ist.

In dieser Stellung ist die Pflanze lange Zeit belassen worden, ohne dass ein Zweifel über die Richtigkeit derselben sich erhoben hätte. So bei Endlicher Gen. Plant., 1836 bis 40, p. 741, Meisner Gen. Plant., 1839, p. 251 (160), Alph. De Candolle Sapotaceae in De Cand. Prodrom. VIII, 1844, p. 207, Lindley Veget. Kingd. Ed. II, 1846, p. 591 u. s. w. Freilich scheint die Auffassung all der

genannten Autoren lediglich auf den Angaben von Beauvois zu beruhen, da kaum in irgend einem der europäischen Herbarien, die zu Paris (Musée d'Histoire naturelle, Hb. Delessert, Hb. Jussieu?) ausgenommen, Theile der einen schlanken, hohen Baum mit weit unter der belaubten Zweigkrone aus dem Stamme, 3—4 M. über dem Boden, hervorbrechenden Blüthen und Früchten darstellenden Pflanze vorhanden gewesen sein dürften, welche als Material zu erneuter Untersuchung hätten dienen können.

Solche Materialien scheinen erst Bentham und Hooker wieder zur Verfügung gestanden zu haben, welche die Untersuchung der von Mann (um 1859—62) gesammelten und nach Kew übersendeten Theile der Pflanze, wie gleich in ihren Worten dargelegt werden soll, zu der Anschauung geführt hat, dass die Pflanze nicht zu den Sapotaceen, sondern zu der im System weit davon abgerückten Familie der Ternströmiaceen zu rechnen sei.

In den Genera Plantarum von Bentham & Hooker findet sich, und zwar in Vol. I. Pars 1. 1862. p. 185. *Omphalocarpum* Beauv. der Familie der Ternströmiaceen einverleibt mit der Bemerkung: Sepala et petala omnino Ternströmiacearum, und in Vol. II. Pars 2. 1876. p. 655 ist die in Rede stehende Pflanze unter den aus der Familie der Sapotaceen auszuschliessenden Gattungen aufgeführt mit der Bemerkung: *Omphalocarpum* Beauv. supra I, 185 sub Ternströmiaceis inclusum pluribus notis imprimis fructu et seminibus convenit Sapotaceis ubi olim collocatum fuit, sed flores dicliues, petala saltem in floribus ♀ libera et staminum indoles discrepant. Der Anschauung von Benth. & Hook. folgt auch Oliver in seiner Flora trop. Africa. Vol. I. 1868. p. 171.

Nach Untersuchungen, welche ich jüngst an der Frucht und den Samen von *Omphalocarpum procerum* Beauv. anzustellen Gelegenheit hatte, finde ich mich veranlasst die

Pflanze wieder zur Familie der Sapotaceen zurückzuführen. Ich bin mir dabei wohl bewusst, dass es misslich ist, nach einer Untersuchung nur einzelner Theile einer Pflanze ein bestimmtes Urtheil über ihre Stellung im Systeme zu formuliren und doppelt und dreifach misslich in dem gegebenen Falle, in welchem die von mir vertretene Meinung eben dieselbe ist, welche nach der Untersuchung viel vollständigeren Materiales schon einmal eine Zurückweisung erfahren hat, und zwar von den gewiegtesten aller unserer Systematiker. Wenn ich trotz all dem mit meiner Meinung hervortrete, so geschieht es im Vertrauen auf die Untersuchungsmethode, welche mich zu dem eben ausgesprochenen Resultate geführt hat — die anatomische Methode, für welche ich eben dieses Resultat als einen Prüfstein hinzustellen wünsche, wie ich es bei anderer Gelegenheit hinsichtlich ähnlicher Resultate (in verschiedenen Abhandlungen über die Familie der Sapindaceen) wiederholt gethan habe, um den Werth dieser Methode, von welcher ich aus theoretischen Gründen für die Klärung und den Ausbau des Systemes grossen Erfolg erwarten zu dürfen glaubte und deren Pflege ich mir deshalb beim Uebergange zu Arbeiten auf dem Gebiete der systematischen Botanik zur besonderen Aufgabe gemacht habe, in ein helleres Licht zu setzen und ihrer Anwendung zum Vortheile der Wissenschaft Freunde und Boden zu gewinnen.

Die Materialien, an welchen meine Untersuchungen angestellt wurden, und welche aus derselben Quelle stammen, sind zweierlei: nämlich einmal Früchte mit unreifen Samen, welche durch das Grosshandlungshaus Thomas Christy & Co. in London im Oktober 1881 dem hiesigen Herbarium zukamen; dann um ein paar Wochen später in meine Hände gelangte reife Samen, welche Herr Gartencinspector Kolb einer eben solchen, um dieselbe Zeit und von Seite der gleichen Firma an den Garten zu

Bologna gelangten Frucht zu entnehmen Gelegenheit gehabt hat.

Den an das hiesige Herbarium gelangten Früchten war keinerlei Angabe über die betreffende Stammpflanze oder deren Heimath beigegeben.

Eine erste Untersuchung dieser Früchte hinsichtlich ihrer morphologischen Verhältnisse führte mich zu der Annahme, dass sie einer Pflanze aus der Familie der Sapotaceen angehören möchten, und ich wurde in dieser Auffassung bestärkt durch die mikroskopische Untersuchung der Schale eines der aus der Frucht genommenen Samen, welche zwar nicht ganz reif, aber doch so weit ausgebildet waren, dass ich hoffen konnte, durch die Vergleichung des bei nahe verwandten Gattungen meist grosse Uebereinstimmung zeigenden anatomischen Baues der Samenschale mit dem bei anderen Sapotaceen zu einem bestimmten Urtheile über die Richtigkeit oder Unrichtigkeit der aus den morphologischen Verhältnissen gewonnenen Anschauung zu gelangen. Ich war auf diese Untersuchung gerade der Samenschale besonders dadurch hingewiesen, dass das Innere des Samens der unvollständigen Reife halber über manche wichtige Frage, wie über das Fehlen oder Vorhandensein von Albumen, über die Consistenz des Embryo, über die Natur der ihm als Reservenahrung dienenden Stoffe u. dgl. Aufschlüsse nicht zu gewähren im Stande war.

Das Resultat dieser Untersuchung war, wie gesagt, der ersten Auffassung günstig. Die Samenschale stimmte hinsichtlich ihres Baues mit der von *Achras Sapota L.* in allen wesentlichen Punkten überein. Gewisse Abweichungen, namentlich eine geringere Dicke der Zellwandungen, schienen sich leicht aus dem Umstande erklären zu lassen, dass die betreffenden Samen noch nicht vollständig ausgereift waren. Auch die nahezu holzige Beschaffenheit des Pericarpes schien mir der ersten Auffassung nicht geradezu entgegen zu

stehen; denn die anatomische Untersuchung liess leicht erkennen: es rühre diese Beschaffenheit von dem Auftreten sehr vergrösserter solcher Concretionen von Steinzellen her, wie sie in dem Gewebe vieler fleischigen Früchte und so auch in dem der dadurch bald mehr bald weniger corticos werdenden „Beeren" der Sapotaceen (wie weiter unten noch näher anzuführen sein wird) mehr oder minder zahlreich vorkommen, nur dass sie hier grössere Dimensionen als gewöhnlich angenommen hatten, wogegen die Membranen der betreffenden Zellen sich dünner erwiesen als sonst.

Ich theilte nun, um nicht etwa ohne Noth durch weitere Ausdehnung der vergleichenden Untersuchung und literarischen Nachforschung zum Zwecke näherer Bestimmung der in Rede stehenden Früchte Zeit und Mühe zu verlieren, meine vorläufige, wie mir schien, ziemlich sicher gewordene Annahme Herrn Th. Christy mit und knüpfte daran die geeigneten Fragen, um zu erfahren, ob etwas meiner Annahme Entsprechendes über die Stammpflanze und ihre Heimath, sowie über eine allenfallsige Verwendung derselben bereits bekannt sei.

Es wurde mir sehr bald die freundliche Mittheilung, dass die Frucht, aus welcher eine eigenthümliche, Vogelleim ähnliche Substanz gewonnen werde, von einer Art Cautschucbaum („a species of India rubber tree") herrühre, der angeblich am Gaboon-Flusse in Westafrica zu Hause sei, zu den Ternströmiaceen gehöre und *Omphalocarpum procerum* genannt sei.

An dieser Mittheilung war es zweierlei, was mich überraschte: erstens natürlich, dass sich meine Vermuthung über die Zugehörigkeit der Pflanze zur Familie der Sapotaceen nicht bestätigt zeigte, und zweitens, dass es auch unter den Ternströmiaceen Pflanzen gebe, welche cautschucartige Stoffe liefern, während meines Wissens bis dahin nur die Milchsäfte gewisser Artocarpeen, Euphorbiaceen,

Apocyneen, Asclepiadeen, Sapotaceen und Lobeliaceen als die Quelle von Cautschuc und demselben ähnlichen Producten, wie Gutta-Percha, bekannt geworden waren.

Das eine wie das andere veranlasste mich, über die betreffende Pflanze zunächst in der Literatur näher Umschau zu halten. Was sich dabei herausstellte, nämlich dass *Omphalocarpum* erst in neuerer Zeit zu den Ternströmiaceen übertragen worden sei, während diese Gattung früher eben der Familie, auf welche ich die untersuchten Früchte beziehen zu müssen geglaubt hatte, der Familie der Sapotaceen nämlich, zugerechnet worden war, habe ich Eingangs bereits dargelegt.

Trotz der aus all diesem — aus meinen vorläufigen Untersuchungen einerseits, aus der Literatur andererseits — geschöpften Vermuthung, dass die früher der Pflanze gegebene Stellung die richtige gewesen sein möchte, hätte ich ein befriedigendes und als sicher zu betrachtendes Urtheil darüber kaum zu gewinnen vermocht, wenn nicht die oben erwähnten reifen Samen aus Bologna in meine Hände gelangt wären.

Schon die makroskopische Vergleichung dieser Samen mit denen von *Achras Sapota*, welche unter allen mir zur Vergleichung zugänglichen Sapotaceen-Samen als die nächst ähnlichen erschienen, noch mehr aber die mikroskopisch-anatomische und zugleich mikrochemische Untersuchung der beiderlei Samen ergab eine so vollständige Uebereinstimmung derselben, dass über eine sehr nahe Verwandtschaft von *Omphalocarpum* und *Achras* meiner Meinung nach kein Zweifel mehr bestehen bleibt, und *Omphalocarpum* füglich zu derselben Familie wie *Achras Sapota* gerechnet werden muss, zur Familie also der Sapotaceen. Ja es erscheint mir in hohem Grade wahrscheinlich, dass *Omphalocarpum* näher als mit irgend einer anderen

Sapotaceen-Gattung mit der Gattung *Achras* verwandt sei und unmittelbar neben dieser seine Stelle im Systeme zu erhalten habe.

Ich werde auf die nähere Beleuchtung dieser Annahmen später zurückkommen.

Für jetzt wende ich mich der Darlegung des Untersuchungsresultates der beiderlei Samen zu.

Die Samen von *Omphalocarpum procerum* und *Achras Supota* sind annähernd von gleicher Gestalt, die ersteren aber nach allen Durchmessern nahezu um das Doppelte grösser als die letzteren, welche, um Grösse und Gestalt kurz anzudeuten, einem kleinen Mandelkerne ähnlich sind. Der zur Untersuchung benützte Same von *Omphalocarpum* war 36mm lang, 22 breit, 8 dick. Es hält nicht schwer, unter einer grösseren Anzahl von *Achras*-Samen solche zu finden, welche nach all diesen Dimensionen ziemlich genau die Hälfte messen, die meisten aber gehen nach der einen oder anderen Richtung über diese Grenze hinaus. Solche grössere Samen von *Achras* sind in der Flora brasiliensis Vol. VII (Fasc. 32, 1863), tab. 23 abgebildet, kleinere bei Gärtner, Carpolog. II, 1791, tab. 104, abgesehen von den Figuren h und i, welche nach der Figurenerklärung, p. 104, nicht hiehergehören und auf welche ich bei der verwandtschaftlichen Gruppirung der Gattungen (unter Achras) zurückkommen werde. Auch die Samen von *Omphalocarpum* scheinen übrigens gelegentlich beträchtlich über das angegebene Mass hinauszugehen, wie aus der Abbildung von Beauvois (l. c. tab. 6) zu entnehmen ist, nach dessen Angaben auch die Frucht eine viel bedeutendere Grösse erreicht als dieses nach den mir vorliegenden Früchten und den Angaben in Benth. Hook. Gen. I und bei Oliver sich

darstellt.[1]) Das spitze, am äusseren Rande die Micropyle in sich aufnehmende Ende der Samen ist, was Beauv. an der quer durchschnittenen Frucht, Taf. 6, nicht deutlich dargestellt hat, indem beim Durchschneiden die Samen von den Placenten abgetrennt worden zu sein scheinen, bei *Omphalocarpum*, wie bei *Achras*, in der Frucht nach unten gekehrt, der grössere Querdurchmesser radiär gestellt, und der Same mit dem einen Seitenrande auf mehr als zwei Drittel seiner Länge der Placenta im centralen Winkel des Faches angeheftet. Es resultirt daraus an dem abgelösten Samen ein lang gestreckter Nabel (in den Beschreibungen gewöhnlich als „area derasa" oder als „sulcus" bezeichnet), an dessen oberem Ende sich, von einem hackenförmigen Vorsprunge der Samenschale so zu sagen überdacht, der Nabelgrund (Omphalodium, s. Bischoff, Terminol. p. 514), d. i. die Eintrittsstelle der von dem oberen Theile der Placenta kommenden Gefässe als stärker vertiefte Stelle zu erkennen gibt (mitunter unrichtig für sich allein als Nabel bezeichnet, wie in Flor. bras. l. c. für die Gattungen *Sideroxylon*, *Lucuma*, *Sapota:* „Hilo in apice areae linearis instructo orbiculari etc.).

Dieser lange Nabel bildet sich, wie bei *Achras* aus der Vergleichung des Fruchtknotens mit jungen Früchten zu ersehen ist, erst während der Fruchtreife, indem die Verlängerung des Faches besonders durch Streckung an der Insertionsstelle des Samens unterhalb der Eintrittsstelle der

---

1) Die englischen Autoren geben übereinstimmend den Durchmesser der Frucht „auf 4–6 Zoll, nach Beauvois 12 Zoll" an. Beauvois drückt übrigens das Mass nur indirect aus, indem er sagt, seine Abbildung stelle die Frucht um mehr als die Hälfte verkleinert dar. Ist das nicht auf das Volumen sondern auf den nicht ganz 4 Pariser Zoll betragenden grössten Durchmesser der Zeichnung zu beziehen, so ergibt sich daraus doch etwa nur 8 Zoll. Der grösste Durchmesser an den mir vorliegenden Früchten beträgt $4^1/_4$ Par. Zoll (11,5 cm).

Gefässe in die aus der Basis des inneren Fachwinkels sich erhebende Samenknospe bewerkstelliget wird, so dass aus der ursprünglich aufsteigenden Samenknospe gleichsam ein hängender, aber nicht frei hängender Same hervorgeht, und die Uebertrittsstelle der Gefässe von der Placenta zum Samen, welche ursprünglich am unteren Ende des Fruchtfaches gelegen ist, in der reifen Frucht nahe an das obere Ende des Faches hinaufgerückt erscheint.[2])

Es geht aus dem Gesagten hervor, dass es nicht richtig ist, wenn man, wie gewöhnlich geschieht, die Samenknospe von *Achras* (wie der Sapotaceen überhaupt) eine Gemmula anatropa (adscendens) nennt, denn der geschilderte lange Nabel ist nichts weniger als eine „Naht" und nicht hervorgegangen aus einer Verwachsung der Samenknospe mit einem ihrer ganzen Länge nach über sie hinziehenden „Nabelstrang", wie es Agardh, Theoria Syst. Plant., 1858, t. 10, fig. 10 irrthümlich dargestellt hat. Nicht einmal hemi-

---

2) Bei anderen Gattungen mit lang genabelten Samen, wie *Bassia*, sind die Samenknospen schon ursprünglich in dem oberen Theile des Fruchtfaches an einem ziemlich horizontal gerichteten Träger so befestiget, dass ihre freie Spitze nach unten gerichtet ist und sie annähernd hängend erscheinen. Es ist deshalb nicht richtig, wenn, wie in Endlicher Gen. Plant., den Sapotaceen überhaupt aufrechte (anatrope) Samenknospen zugeschrieben werden.

Aber auch noch ein drittes Verhältniss soll nach den Angaben der Flor. bras. vorkommen, nämlich Streckung an der Verwachsungsstelle der Samenknospe mit der Placenta ober der Uebertrittsstelle der Gefässe, so dass diese zuletzt an dem untersten Ende des langen Nabels gelegen wäre, und zwar diess bei *Lucuma Caimito* Röm. & Sch. Bei einer jungen, den von Martius in Gärten um Pará gesammelten Exemplaren beiliegenden Frucht finde ich jedoch die Verhältnisse diesen Angaben nicht entsprechend, sondern wie gewöhnlich bei *Lucuma*. Weiteres Material liegt mir leider nicht vor.

Dass für die Arten mit basilärem kurzem Nabel (von *Sideroxylon*, *Dipholis*, *Bumelia*, *Mimusops* etc.) die Streckung des Faches einfach über der Insertionsstelle des Samens stattfindet, bedarf keiner Erwähnung.

anatrop kann sie genannt werden, da die Gefässe des Nabelstranges auf dem kürzesten Wege von der Placenta in das Innere der Samenknospe, resp. des Samens, zum nahe, nur etwas schief über den Nabelgrund fallenden inneren Nabel (Chalaza) vordringen, um sich dann in zahlreiche Gruppen zu zertheilen, welche sich (ähnlich wie bei vielen Palmen) über den ganzen Samen in der Verbindungsschichte von Testa und Endopleura verbreiten und mit ihren Endigungen gegen die Micropyle hinziehen. Die Samenknospe ist vielmehr eine in Folge ungleicher Ausbildung in der für Micropyle und Nabel gemeinsamen Durchschnittsebene gekrümmte, wie bei jenen Sapotaceen deutlicher hervortritt, bei welchen, wie bei *Sideroxylon Mastichodendron* Jacq. und *obovatum* Gärtn. fil. (sieh die betreffenden Abbildungen der Carpol. tab. 202 im Vergleich zu den die betreffenden Verhältnisse von *Achras* annähernd wiederspiegelnden Darstellungen von *Lucuma Rivicoa* und *Vitellaria paradoxa* am gleichen Orte tab. 204. 205) die spätere Längsdehnung des Nabels — mit anderen Worten: die Abrückung des Nabelgrundes und der Chalaza von der Micropyle — und damit die Verwischung der ursprünglichen Krümmung unterbleibt, und letztere selbst an der Gestalt und Lage des Embryo's noch deutlich zu erkennen ist, indem dessen Cotyledonen, die hier nicht wie bei *Achras* den Fachwänden parallel, sondern rechtwinklig dazu liegen, über der Mitte nach innen gebogen sind, so dass sie das Albumen in eine kleinere innere (ventrale) und eine grössere äussere (dorsale) Hälfte theilen, die erstere an der Berührungsfläche mit den Cotyledonen convex, die andere concav.

Doch um auf die Vergleichung der Samen von *Omphalocarpum* und *Achras* zurückzukommen, so besitzen beide eine knochenharte, kastanienbraune, äusserst glatte und glänzende Samenschale, bei *Achras* circa 0,75 mm, bei *Omphalocarpum* das Doppelte und mehr an Dicke betragend, aus zahlreichen Lagen unter dem Mikroskope an dünnen Schnitten

gelb erscheinender, ziemlich isodiametrischer, polyedrischer Steinzellen mit gelbbraunem Inhalte und zahlreichen einfachen und verzweigten feinen Tüpfelkanälen bestehend, welche von aussen gegen die Mitte der Schale an Grösse und Dickwandigkeit zu-, dann aber wieder abnehmen, um gleichzeitig nach der Quercircumferenz der Samen sich zu strecken und nun alsbald, bei *Achras* rascher, bei *Omphalocarpum* allmäliger, anderen in gleicher Richtung mehr oder weniger gestreckten, kurz cylindrischen oder von aussen nach innen etwas platt gedrückten Zellen mit helleren, dünneren und weicheren Wandungen Platz zu machen, welche mit röthlich-braunem Gerbstoff erfüllt sind und, wenige Lagen stark, die innere Partie der Testa bilden. Auf sie folgt die auf geringe Strecken als dünnes Häutchen ablösbare, heller braune und nur wachsartig glänzende Endopleura, aus mehreren Lagen grösserer, platt gedrückter, rundlicher Zellen bestehend, welche ursprünglich ein locker merenchymatisches, stellenweise schwammförmiges Gewebe gebildet zu haben scheinen. Auch diese Zellen sind gerbstoffreich und nehmen schon bei kurzem Verweilen befeuchteter Schnitte auf dem Messer schwarzblaue Färbung an. Zwischen ihnen und den Gerbstoff führenden Zellen der Testa verlaufen die Gefässbündel der Samenschale, nach innen als flache, heller gefärbte Rippen hervortretend und auf der Oberfläche des Albumens entsprechende Furchen veranlassend. Eine scharfe Grenze zwischen Endopleura und Testa ist nicht vorhanden, beide sind vielmehr innig miteinander verbunden, und nur längs der Gefässbündel ist der Zusammenhang ein durch reichlicheres Auftreten dünnwandiger Zellen etwas gelockerter. Zwischen den Gerbstoff führenden Zellen der Testa sind grössere Intercellulargänge vorhanden; kleinere, regelmässig um die annähernd sechsseitig prismatischen inneren Steinzellen vertheilt auch längs der Kanten dieser; noch kleinere, bei weniger sorgfältiger Beobachtung leicht zu übersehende

endlich auch an den Kanten der isodiametrischen Steinzellen.

In all diesen Verhältnissen ist kaum irgend ein erheblicher Unterschied zwischen *Achras* und *Omphalocarpum* vorhanden. Auch die Dimensionen der Zellen sind nicht beträchtlich verschieden, nur die Zahl ihrer Schichten, welche bei *Omphalocarpum*, entsprechend der grösseren Schalendicke, erhöht erscheint. Ein nennenswerther Unterschied zeigt sich neben dem allmäligeren Uebergange zu den Gerbstoff führenden Zellen nur in den Zellen an der äusseren Oberfläche der Samenschale, indem dieselben bei *Omphalocarpum* mehr als bei *Achras* von den nächst tiefer liegenden Zellen verschieden sind und gegenüber denen von Achras senkrecht zur Oberfläche stark verkürzt, zum Theil ganz flach, und mit einer deutlicher ausgebildeten Cuticula versehen erscheinen. So stellen sie sich deutlicher als eine gesonderte, aus annähernd sechsseitigen Zellen gebildete Epidermis dar, als das bei *Achras* der Fall ist.

Dieselbe Uebereinstimmung, wie die Samenschale, zeigt auch das Innere des Samens, Albumen und Embryo, deren Gestaltung und Verhalten zu einander deutlich genug aus den schon oben citirten Abbildungen zu ersehen ist, so dass ich mich lediglich auf die Darlegung der anatomischen Verhältnisse beschränken kann.

Das Albumen, welches, wie auch bei allen übrigen damit versehenen Sapotaceen-Gattungen von den Autoren keineswegs genau als fleischig bezeichnet zu werden pflegt (nur für *Labourdonnaisia* wird dasselbe in Benth. Hook. Gen. „hornig" genannt, ferner von Grisebach für *Siderexylon* und *Dipholis* „subcartilaginös", woselbst es aber richtiger, wenigstens für den trockenen Samen, auch als hornig zu bezeichnen wäre), ist bei *Omphalocarpum* sowohl als bei *Achras* im trockenen Zustande subcartilaginös, aus mässig grossen, polyedrischen, lückenlos verbundenen Zellen mit ver

mässig verdickten Wandungen bestehend, welche in Wasser mehr als gewöhnliche Zellmembranen aufquellen und von solchen auch dadurch sich unterscheiden, dass sie nach Art der von Schleiden so genannten Amyloidmembranen (in den Cotyledonen von *Schotia* etc.) in wässeriger Jod- Jodkaliumlösung (ohne gleichzeitige Einwirkung von Schwefelsäure) blaue Farbe annehmen. Der Inhalt der Zellen besteht aus fettem Oel und Aleuronkörnern, deren je ein grosses die Mitte der Zelle einzunehmen pflegt, während kleinere am Rande gelegen sind.

Weiter ist das Albumen von *Achras* wie von *Omphalocarpum* in ganz gleicher, sehr eigenthümlicher Weise dadurch ausgezeichnet, dass an zerstreuten, correspondirenden Stellen der zwei benachbarten Zellen gemeinschaftlichen Membranen Krystalle in dieselben eingewachsen erscheinen, welche nur durch die Mittellamelle der Membran getrennt sind, nach innen über die Fläche der Membran bald mehr bald weniger hervortretend und hier von einem sehr dünnen, durch Jod ebenfalls sich blau färbenden Häutchen überzogen. Es gewährt das den Anschein, als ob locker über die Zellmembran zerstreute Tüpfel eine nachträgliche Ausfüllung durch in ihnen zur Ablagerung gekommene Krystalle und diese zuletzt eine Ueberdeckung mit Cellulose erfahren hätten. Die Krystalle auf jeder Seite der Membranen sind wohl nie regelmässig ausgebildete Einzelkrystalle, sondern aus der Verwachsung von einigen Krystallindividuen hervorgegangen. Sie bestehen ohne Zweifel aus oxalsaurem Kalke. Sie lösen sich nicht in Essigsäure, leicht in Salpetersäure; in verdünnter Schwefelsäure folgt auf ihre Lösung Ausscheidung der bekannten nadelförmigen (Gyps-) Krystalle. Im polarisirten Lichte erweisen sie sich als stark doppeltbrechend.

Die Zellen der Cotyledonen, auf dem Querschnitte von annähernd quadratischer oder für die künftigen Pallisadenzellen rechteckiger Gestalt und in circa 7 Reihen bei

Achras, in circa 9 bei *Ompkalocarpum* zwischen die beiderseitigen Epidermisplatten eingeordnet, stimmen rücksichtlich des Inhaltes mit den Endospermzellen überein. Ihre Membranen sind zarter als bei diesen und von anderer stofflicher Natur: sie färben sich durch wässerige Jod-Jodkaliumlösung nicht blau und nehmen auch nach dem Eintrocknen damit und Wiederbefeuchten mit Wasser höchstens stellenweise einen ganz schwachen Stich in's Bläuliche an. Wohl aber sind sie ebenfalls mit Krystallen besetzt und gewöhnlich sogar mit zahlreicheren und grösseren als die Wandungen der Endospermzellen.[3])

Nach dieser so vollkommenen Uebereinstimmung in jedem einzelnen der hier berührten, zum Theil höchst eigenthümlichen Züge des anatomischen Charakters all ihrer Samentheile, von denen ich bei den Ternströmiaceen keinen der eigenthümlicheren und überhaupt kaum etwas zu finden vermochte, wenn man nicht eine oberflächliche Aehnlichkeit in dem auch anderwärts nicht ungewöhnlichen Aufbau einer harten, von Gefässbündeln durchzogenen Samenschale, gewisser Gattungen aus Steinzellen, aber aus Steinzellen anderer Gestalt und anderer Anordnung, hieher rechnen will, halte ich mich zu dem Ausspruche berechtiget, dass die vorerst nur aus den morphologischen Verhältnissen von Frucht und Same von mir gefolgerte Zugehörigkeit der Gattung *Ompkalocarpum* zu jener Familie, welcher die vergleichsweise näher untersuchte Gattung *Achras* angehört, d. i. zur Familie der Sapotaceen, durch die anatomische Untersuchung sich auf's

3) Analoge Beschaffenheit des Albumens, wie des Embryo, sowohl hinsichtlich des im Vorausgehenden geschilderten eigenthümlichen chemischen Verhaltens der Zellmembranen als hinsichtlich der Einlagerung von Krystallen in denselben zeigen, wie weiter unten bei der Vergleichung der betreffenden Gattungen im Besonderen angeführt werden soll, auch andere Sapotaceen, und zwar in verschiedenen Modificationen; so besonders Arten von *Sideroxylon*, *Dipholis* und *Mimusops*.

vollkommenste bestätiget hat. Eine derartige Uebereinstimmung in einer ganzen Reihe zum Theile sehr eigenthümlicher Charaktere eines so wichtigen Organes wie des Samens ist nur bei nächst verwandten Pflanzen zu erwarten. Die Samen von *Achras* und *Omphalocarpum* verhalten sich wie die Samen zweier Arten einer und derselben Gattung; sie sind im Ganzen wie in einzelnen Stücken, so weit in diesen überhaupt sich Unterschiede zeigen, kaum durch etwas anderes als durch quantitative Verhältnisse von einander verschieden.

Die Zahl der den beiden in Vergleich stehenden Gattungen gemeinsamen anatomischen Eigenthümlichkeiten lässt sich aber noch vermehren durch eine Rücksichtnahme auf die Beschaffenheit der Frucht, von der im Folgenden kurz die Rede sein mag.

Zunächst sei erwähnt, dass die oben schon berührten, über erbsengrossen, polyedrischen, eng an einander geschlossenen und nur durch Zwischenlagerung dünner Platten trocken-fleischigen Parenchymes gesonderten Concretionen mässig dickwandiger Steinzellen, welche die nahezu holzige Beschaffenheit des Pericarpes bedingen, nahe der Oberfläche und in mehreren Lagen hinter einander auftreten, an Grösse von aussen nach innen abnehmend. Beauvois hat sie (l. c. tab. 6, fig. 2, 3, 4) in entsprechender Weise abgebildet. In ähnlicher Weise treten auch die entsprechend der geringeren Fruchtgrösse selbst auch viel kleineren, kaum mohnkorngrossen analogen Concretionen in den Früchten anderer Sapotaceen auf, bald schärfer, bald weniger scharf von dem dazwischen liegenden dünnwandigen Parenchyme gesondert und die Frucht zu einer mehr oder minder corticosen Beere umgestaltend. So bei *Achras Sapota*, deren Fruchtfleisch Gärtner als „caro granulosa duriuscula" beschreibt (Carpol. II, pag. 103), bei Arten von *Mimusops* und besonders schön bei einer Frucht von Sieber aus Pará, in der ich, wie später dargelegt werden soll, die

Frucht von *Pouteria guianensis* Aubl. zu erblicken mich für berechtigt erachte (s. Zusatz 3). Ueber dieser holzigen Schichte befindet sich bei *Omphalocarpum* eine dünne Lage braunen, trockenen Parenchymes, bedeckt von ebenfalls braunem Korkgewebe, welches allenthalben an die Stelle der Epidermis getreten ist. Von der Epidermis selbst, deren Wachsthum augenscheinlich mit der Vergrösserung der Frucht nicht Schritt halten konnte, sind kaum Spuren mehr vorhanden, gleichwie der Kork überwuchert von Hyphen niederer Pilze, so dass es mir nicht gelang, sichere Spuren früherer Haarbedeckung mit den den Sapotaceen zukommenden zweiarmigen Haaren aufzufinden. Nach innen von dem holzigen Pericarpe findet sich noch eine mässig dicke Lage schwammigen Fruchtfleisches, und hier nun ist eine weitere, die Sapotaceen im allgemeinen charakterisirende Eigenthümlichkeit ausgebildet, sogenannte Milchsaftschläuche nämlich, welche eine in der trockenen Frucht noch klebrig weiche viscinartige Substanz enthalten. Diese Substanz ist es augenscheinlich, welche nach der oben erwähnten Mittheilung Christy's[4]) die Pflanze als eine Art Cautschuc-Baum bezeichnen liess und welche aus der Frucht als eine Art Vogelleim gewonnen wird.

Soll ich nun der Frage näher treten, in wie weit sich jene Merkmale von *Omphalocarpum*, welche nach den Ein-

4) Ich freue mich, hier noch auf eine Mittheilung von Christy in der 5. Nummer seiner Publicationen über neue Handelspflanzen und Droguen, London 1882, hinweisen zu können, welche mir während der Drucklegung der gegenwärtigen Abhandlung zugekommen ist. Dieselbe enthält p. 54 einen Auszug aus einer von W. A. H. Naylor (s. Pharmac. Journ. & Transact., Decemb. 10, 1881, p. 478 u. 488) angestellten chemischen Analyse der Frucht, welche, wie am Schlusse bemerkt ist, deutlich zu Gunsten der Zugehörigkeit der Pflanze zu den Sapotaceen spricht.

gangs wiedergegebenen Stellen in Benth. Hook. Gen. die Ueberführung dieser Gattung in die Familie der Ternströmiaceen veranlasst zu haben scheinen, mit den Charakteren der Sapotaceen in Einklang bringen lassen, oder ob darin ernstliche Hindernisse für die Zurückführung von *Omphalocarpum* zu den Sapotaceen gelegen erscheinen, so kann ich mich dabei für *Omphalocarpum* zwar nicht auf Autopsie stützen, doch scheint mir aus einer Würdigung der älteren und neueren Angaben über diese Gattung im Vergleiche mit den bekannten Charakteren der Sapotaceen zur Genüge hervorzugehen, dass kein Moment vorliegt, welches der Unterbringung von *Omphalocarpum* bei den Sapotaceen entschieden im Wege steht.

Was zunächst die Eingeschlechtigkeit der Blüthen — mit rudimentärer Ausbildung des anderen Geschlechtes (nach Benth. Hook. Gen. I, p. 185) — betrifft, so geschieht derselben bei Beauvois keine Erwähnung. Möglich dass, wie auch Oliver vermuthet („flowers 1-sexual or polygamous?" — Oliv. l. c.), neben eingeschlechtigen auch hermaphrodite Blüthen vorkommen und Beauvois solche untersucht hat; aus seiner Zeichnung ist das nicht mit Sicherheit zu entnehmen, da weder die Staubgefässe noch das Pistill so genau dargestellt sind, dass ein Schluss auf die volle oder mangelhafte Entwicklung dieser Organe gemacht werden könnte. Doch sei dem, wie ihm wolle; durch Abortus, d. h. in Folge einer rudimentären Ausbildung des anderen Geschlechtes eingeschlechtig gewordene Blüthen sind den Sapotaceen nach dem Familiencharakter in Benth. Hook. Gen. selbst nicht fremd („flores regulares, hermaphroditi v. rarissime abortu polygami"), und ein paar Beispiele hiezu finden sich in der Flor. bras. l. c. illustrirt, nämlich tab. 24 *Labatia macro-*

carpa, von der es in der Beschreibung p. 62 heisst: „Stamina in specimiuibus saepissime abortiva" und tab. 45 *Sideroxylon Gardnerianum var.* γ mit der Bemerkung im Texte p. 53: „Stamina . . antherifera . . interdum depauperata (apud var. γ. fere semper): nunc clavaeformia dentiformia vel noduliformia"; auch *Lucuma pulverulenta* Mart. & Eichl. l. c. p. 70 zählt hieher. Aehnliches kommt auch bei den so nahe verwandten Myrsineen, Ebenaceen und Styraceen vor und erscheint als verwandtschaftliches Moment um so weniger von grossem Gewichte, als darin nur eine physiologische Einrichtung zu erkennen ist, und dergleichen, wie ich das für eine ähnliche Einrichtung, die Symmetrie der Blüthe, bei den Sapindaceen nachgewiesen habe, weitaus nicht von dem Werthe für die Beurtheilung der natürlichen Verwandtschaft erscheint, wie die morphologischen und anatomischen Merkmale, welche so zu sagen aus dem inneren Wesen der Pflanze heraus und nicht durch irgend welche äussere Einflüsse auf die Lebensverhältnisse einer Pflanze bestimmt erscheinen.

Was Kelch und Blumenkrone betrifft, so ist für die schon Eingangs aus Benth. Hook. Gen. I angeführte Bemerkung „sepala et petala omnino Ternströmiacearum" weder aus der Darstellung bei Beauvois, noch aus einer Vergleichung der in Benth. Hook. Gen. sich findenden Angaben über *Omphalocarpum* mit denen im Familiencharakter der Ternströmiaceen einerseits und der Sapotaceen andererseits unzweifelhaft zu ersehen, auf welches Moment dieselbe hauptsächlich abziele. Man möchte aus der weiteren Bemerkung „petala saltem in flore ♀ libera" schliessen, dass vorzugsweise die Freiblättrigkeit der genannten Organe, obwohl dieselbe bei den Ternströmiaceen keineswegs ausnahmslose Regel ist, gemeint sei. Aber diese Bemerkung findet sich nicht an der gleichen Stelle wie die erstere, und

da, wo diese sich findet, sind die Blumenblätter der weiblichen Blüthe nur als fast frei (die der männlichen als verwachsen) bezeichnet. Bei Oliver ferner ist von einer Freiblättrigkeit der Blumenkrone überhaupt eigentlich nicht mehr die Rede („Petals . . . connate at the base or connected by the stamens or staminods" l. c). So bleibt wohl in Verbindung mit der Bemerkung, dass auch die Beschaffenheit der Staubgefässe von der der Sapotaceen abweiche, nur noch das Verhalten des Androeciums zu den Kronentheilen, die gruppenweise Anheftung der Staubgefässe an diese, als wesentlichere Eigenthümlichkeit über.

Ehe ich auf diese eingehe, mag nur noch, indem ich die Angabe, über die Freiblättrigkeit der Krone durch das Hervorgehobene als erledigt erachte und bemerke, dass ich einer derartigen Beschaffenheit der Krone angesichts ähnlicher Vorkommnisse bei den mit den Sapotaceen zunächst verwandten Familien der Myrsineen, Ebenaceen und Styraceen (um von anderen Familien der Gamopetalen zu schweigen) überhaupt, und zumal da es sich nur um die Blüthen des einen Geschlechtes handelt, kein entscheidendes Gewicht beimessen könnte, der anscheinend abweichenden Angaben über die Beschaffenheit des Kelches bei Benth. & Hook. und Beauvois gedacht sein.

Benth. & Hook. führen an: „Sepala 5, valde imbricata, integra v. apice bifida (∞ ex Beauv.)." Die damit hervorgehobene Verschiedenheit des jetzigen von dem früheren Beobachtungsresultate, würde, wie mir dünkt, aufgeklärt gewesen sein, wenn der weiter folgenden Angabe: „Bracteae ad basin pedicelli squamaeformes" die Bemerkung beigefügt worden wäre, dass in diesen Bracteen die überzähligen äusseren Kelchblätter Beauvois' zu sehen seien, wie aus dessen Abbildung wohl unzweifelhaft zu entnehmen ist. Es ist das wohl ein ähnliches Verhältniss, wie es unter den Sapotaceen nach Benth. Hook. Gen. II, p. 655 auch bei

„*Lucuma mammosa* und *L. Bonplandi*" (s. Flor. bras. VII, p. 64, tab. 25) vorkommt, ferner bei der mit zwei als kleinere äussere Kelchblätter erscheinenden Vorblättern versehenen *Lucuma procera* (Flor. bras. l. c. p. 72, tab. 30), und hieran schliesst sich dann wohl auch der Kelch von *Dipholis montana* an mit schwankender Zahl seiner Blätter (5—8 nach Swartz, 7 von mir selbst beobachtet, das äusserste davon gelegentlich am Blüthenstiele etwas herabgerückt), indem dem Kelche vorausgehende Hochblätter nicht fest bestimmter Zahl in diesen so zu sagen einbezogen und seinen Gliedern verähnlicht werden. Schwankungen in der Zahl der Glieder finden sich bei den Sapotaceen übrigens, neben einer Neigung zu reicherer Gliederung gegenüber dem Kelche, nicht selten auch in der Krone, und das scheint gerade auch bei *Omphalocarpum* nach den etwas verschiedenen älteren („corollae lobi 6—7") und neueren Angaben („petala 5") der Fall zu sein. Die kelchblattartigen Bracteen scheinen bei *Omphalocarpum* nach der Blüthezeit abzufallen; der Kelch erhält sich und vergrössert sich; er ist an der einen der mir vorliegenden Früchte noch vorhanden, aus 5, wie bei so vielen anderen Sapotaceen (auch laut des Familiencharakters in Benth. Hook. Gen.) unverwachsenen, eutopisch imbricirten, rundlichen Kelchblättern bestehend. Eine Spaltung an der Spitze ist an denselben nicht zu sehen; sie mag an Herbariumexemplaren vielleicht durch Druck hervorgerufen gewesen sein.

Was nun das Androecium betrifft und sein Verhalten zu den Kronentheilen, so weicht dasselbe sicherlich von dem der Ternströmiaceen mehr ab als von dem der Sapotaceen, bei welchen sich für alle seine Verhältnisse nahe Analogieen finden. Bei keiner Ternströmiacee sind bisher Staminodien beobachtet worden. Bei den Sapotaceen dagegen sind dieselben für eine ganze Gruppe von Gattungen ein hervorstechendes Charakteristicum. Sie nehmen, wo sie überhaupt vorhanden sind, dieselbe, einem

äusseren Staminalkreise entsprechende Stellung (zwischen den Kronentheilen) ein, wie bei *Omphalocarpum*, sind, wie hier, in der Regel höher inserirt als die fertilen Staubgefässe und zeigen nicht selten, wie bei *Omphalocarpum*, tief gehende Spaltung in pfriemliche Segmente (besonders schön bei *Mimusops floribunda* und *subsericea*).

Und nun die Gruppen von je 4—6 vor die Abschnitte der Krone fallenden und mit deren Basis verwachsenen fertilen Staubgefässe[5]) — was hindert, sie als die eben so gespaltenen, oder wie man gewöhnlich sagt „dedoublirten", den zweiten Staminalkreis bildenden, epipetalen Staubgefässe anzusehen? Gleicht nicht je eine dieser Gruppen nach der in dieser Hinsicht sicherlich ganz unbefangenen Zeichnung Beauvois' ausserordentlich je einer der gespaltenen Staminodialschuppen? Findet sich ferner eine Dedoublirung der fertilen Staubgefässe nicht auch bei anderen Sapotaceen auf's deutlichste ausgeprägt? Schon Eichler hat dieselbe (Blüthendiagr. I, 1875, p. 334) für die Arten von *Bassia* mit dreimal so viel und noch mehr Staubgefässen[6]) als Kronentheilen wegen der bei Isomerie episepal bleibenden Stellung der Fruchtfächer vermuthet, und eine genauere Untersuchung von *Bassia latifolia* lässt darüber wohl keinen Zweifel mehr: bei 4 Kelch-

---

5) Es mag hier ein Druckfehler in dem Passus über die Staubgefässe bei Beauvois berichtiget sein, welcher darin besteht, dass aus der vorhergehenden Zeile, in welcher von den Staminodialschuppen die Rede ist, die Worte „entre les étamines" sich in Wiederholung hieher verirrt haben, woselbst sie gänzlich sinnlos sind.

6) In Benth. Hook. Gen. werden auffallender Weise bei *Bassia* überhaupt nur doppelt so viele Staubgefässe als Kronenlappen angegeben, in 1 Reihe stehend, oder die interpetalen höher. Das scheint doch nur bei gewissen Arten die Regel zu sein; so bei *Bassia longifolia* (mit ungleich hoher Insertion).

blättern [7]) und 8 Kronentheilen (ferner 9 Fruchtknotenfächern) zeigten sich mir hier 8 alternipetale Staubgefässe hoch oben in den Buchten zwischen den Kronentheilen inserirt, und tiefer unten nur vor 1 Kronenlappen ein einzelnes Staubgefäss, vor allen übrigen dicht neben einander, aber doch in etwas ungleicher Höhe aus der Verwachsung mit der Krone frei werdend, je 2 Staubgefässe, deren mit der Kronenröhre verwachsene Fadentheile nach unten zu sichtlich sich näherten und einer Vereinigung zustrebten. In etwas anderer, vielleicht noch deutlicherer Weise zeigte sich mir das Dedoublement der epipetalen Staubgefässe bei einer von Miquel fragweise zu *Bassia* gebrachten Pflanze aus der Sammlung von Metz (e terra Canara, ed. Hohenacker n. 397), welche als *Bassia (Dasyaulus) insignis* bezeichnet sein mag.[8]) Hier waren die sämmtlichen 17 Staubgefässe in einer Reihe etwas unter den Buchten zwischen den 6 Kronentheilen inserirt, aber die Filamente der vor die Kronentheile gestellten Paare zeigten sich verschieden hoch und oft bis zur Antherenbasis hinauf unter einander verwachsen, und 1 solches Filament trug nur 1 Anthere, woraus eben die Zahl 17 für die Staubgefässe resultirte. Ein ganz analoger Fall dürfte der von *Bassia elliptica* Dalz. (in

---

7) A. De Candolle gibt für *Bassia* 8 oder 6 Kelchtheile an und gliedert darnach die Gattung in die Section *Eubassia* mit *B. longifolia*, *latifolia*, *butyracea* etc. und *Apobassia* mit *B. polyantha* und einigen zweifelhaften Arten. Eichler spricht (l. c. p. 333) von 4-, 6- oder 8-zähligem Kelche bei *Bassia*; Benth. & Hook., welche *B. polyantha* mit als 5-gliedrig bezeichneter Blüthe zu *Dichopsis* verlegen, geben nur 4 Kelchabschnitte an. Ich fand bei *Bassia butyracea* 4 oder 5, wie Endlicher in der Gattungscharakteristik anführt; bei *B. longifolia* und *latifolia* 4; bei einer als *Bassia* (*Dasyaulus*) *insignis* in Zusatz 1 näher zu definirenden Pflanze von Metz 4, daneben aber auch 6 in 3 Paare geordnet, das dritte Paar über dem ersten stehend (in beiden Fällen 6-theilige Krone, 17 Staubgefässe und 7 Fruchtknotenfächer).

8) Sieh Zusatz 1.

Benth. Hook. Gen. zu Dichopsis verbracht) sein, aus deren Beschreibung (in Hook. Journ. Bot. & Kew Gard. Misc. III, 1851, p. 36) auch deutlich genug eine Dedoublirung der epipetalen Staubgefässe herauszulesen ist („filamenta . . . lobis corollinis opposita per paria connata, lobis alterna solitaria").

Eine reichlichere Zertheilung, in ähnlichem Masse wie bei *Omphalocarpum*, scheint weiter bei *Pycnandra* vorhanden zu sein; doch lässt sich aus den Angaben in Benth. Hook. Gen. wegen mangelnder Rücksichtnahme auf die Stellungsverhältnisse nicht ersehen, ob hier ebenfalls ungetheilte fertile äussere Staubgefässe vorhanden sind, oder ob vielmehr der äussere Kreis hier gänzlich unterdrückt ist.

Ausserdem lässt sich noch für *Labourdonnaisia discolor* Sond. (sphalmate *L. sericea* in Benth. Hook. Gen. II, p. 660) eine theilweise Dedoublirung vermuthen, wenn deren 18 (nach Sonder 12–18) gemäss der Angabe in Benth. Hook. Gen. je zu dritt verwachsene Kronenlappen, wie es den Anschein hat, 6 Kronenblättern entsprechen und gleichzeitig, wie es die Angabe von Sonder: „stamina 12 vel plura, sterilia nulla" möglich erscheinen lässt, mehr als 12 Staubgefässe entwickelt sind.[9])

Hier wäre dann die Neigung zur Zerspaltung, wie sie in den bisherigen Beispielen für die inneren, fertilen (*Bassia* etc.) oder die äusseren sterilen Staubgefässe (*Mimusops* etc.) oder beide (*Omphalocarpum*) — kurz im Androecium constatirt worden ist, auch für die Kronenblätter zur Geltung gelangt, wie das auch bei den Arten von *Mimusops* mit zerschlitzten Staminodien zutrifft, während in anderen Fällen die Zerspaltung wesentlich nur an der Krone sich zeigt, hier wie dort in der Bildung zweier seitlichen Anhängsel an jedem Kronenlappen (Arten von

9) Ich werde auf die Pflanze in Anmerk. 10 zurückkommen.

Mimusops mit unzertheilten Staminodien, *Dipholis*, *Bumelia*, *Labourdonnaisia albescens* Benth.)[10]), welche selbst wieder 2- oder 3-theilig erscheinen können (bei der staminodienlosen Gattung *Labramia*) oder in 3 und mehr pfriemliche Theile zerschlitzt (bei der mit unzertheilten Staminodien versehenen Gattung *Imbricaria*).

Schliesslich mag noch daran erinnert sein, dass auch bei den nahe verwandten Ebenaceen, wie schon in Endl. Gen. Pl. richtig ausgedrückt ist, deutlich Dedoublirung der Staubgefässe auftritt. Ebenso bei den Symplocaceen.

Ich glaube, das Angeführte genügt, um den letzten Zweifel über die Zugehörigkeit von *Omphalocarpum* zu den Sapotaceen zu verscheuchen. Sie würde nach dem Ergebnisse der vorausgehend berichteten Untersuchungen als ein Glied dieser Gruppe zu gelten haben, auch wenn es gelänge, die Sapotaceen überhaupt als nahe Verwandte der Ternströmiaceen unter Vermittlung der Clusiaceen, resp. Garcinieen, darzustellen, entsprechend der Auffassung von Agardh (Theor. Syst. Plant. p. 123), welcher die Sapotaceen bekanntlich als gamopetale Garcinieen bezeichnet hat.

Soll ich endlich versuchen, der Gattung *Omphalocarpum* einen bestimmten Platz neben den übrigen Gattungen der Sapotaceen anzuweisen,

---

10) Für diese von Grisebach als *Bassia albescens* (in Cat. Pl. Cub., 1866, p. 164) aufgestellte Art mit doppelt so vielen (fertilen) Staubgefässen als Kronenblättern erscheint es, gleichwie auch für die vorausgehend (p. 287) erwähnte Sonder'sche Art, wohl als sehr zweifelhaft, ob sie wirklich zu *Labourdonnaisia* gerechnet werden könne, wenn für diese Gattung im übrigen Gleichzähligkeit der Kronentheile und Staubgefässe, unter Hinwegfallen von alternipetalen Androecialgliedern, als charakteristisch anzusehen ist.

welchen A. De Candolle seiner Zeit neben *Mimusops* vermuthete (Prodr. VIII p. 208: „An genus *Mimusopi* affine?") so mag es, um die schon oben ausgesprochene Meinung, dass *Omphalocarpum* die nächste Verwandte von *Achras* sei, zu begründen, gestattet sein, im Hinblicke auf die der Hauptsache nach schon von A. De Candolle (l. c. p. 155) und weiter von Eichler (Blüthendiagramme I, p. 332, 333) hervorgehobene Stufenfolge ihrer Organisation die übrigen Gattungen der Sapotaceen nach der Beschaffenheit ihres Androeciums (trotz gelegentlicher, auf Uebergänge hinweisender Schwankungen in dem Auftreten der sterilen Glieder derselben, besonders bei Arten von *Lucuma*) in drei Gruppen zu ordnen, welche Anordnung vor der in Benth. Hook. Gen. gegebenen, auf die Beschaffenheit des Kelches zunächst Rücksicht nehmenden grosse Vorzüge zu besitzen und der natürlichen Verwandtschaft der Gattungen weit mehr zu entsprechen scheint.

Eine erste Gruppe bilden die Gattungen mit gänzlich unterdrücktem äusserem (d. i. alternipetalem und bei Gleichzähligkeit der Krone und des Kelches episepalem) Staminalkreise; eine zweite die Gattungen, in welchen eben dieser Kreis zwar entwickelt, aber in Staminodien umgebildet ist; eine dritte Gruppe endlich die Gattungen, in welchen dieser Kreis zu vollkommenen Staubgefässen ausgebildet erscheint.

In diesen Gruppen treten, und zwar bald in allen, bald wenigstens in je zweien derselben, folgende wichtigere Momente hervor, welche als der Ausdruck successiv abgestufter näherer oder fernerer Verwandtschaft der Gattungen angesehen und zur weiteren Gruppirung verwendet werden können:

1) Vorhandensein oder Fehlen von Albumen und Beschaffenheit desselben;

2) Ganzheit oder Zertheilung der Kronenlappen in ein mittleres und 2 seitliche Segmente (welche selbst wieder zerschlitzt erscheinen können);

3) Einfachheit oder Dedoublirung der Staubgefässe;

4) Fehlen oder Auftreten von Nebenblättchen;

5) Gleichbleiben oder Erhöhung der Gliederzahl in den dem Kelche folgenden Blattkreisen (oder wenigstens im Gynoecium) — gelegentlich auch innerhalb ein und derselben Gattung nach dermaliger Umgrenzung vorkommend;

6) Bildung des Kelches aus 1 oder aus 2 (gleichzähligen) Cyclen von Blättern — mitunter ebenfalls in ein und derselben Gattung vorkommend und nicht als ein an und für sich werthvolles, sondern mehr nur als ein den Werth anderer Momente erhöhendes Verhältniss anzusehen.

Diesen Momenten stehen andere zur Seite, welche nur bei einzelnen Gattungen auftreten und diese von verwandten Gattungen unterscheiden. Sie werden im weiter Folgenden ihre Erwähnung finden.

Die Lückenhaftigkeit des mir zur Vergleichung mit den Angaben in der Literatur verfügbaren Materiales und namentlich der Mangel fructificirten Materiales, welcher ja überhaupt an der auch in Benth. Hook. Gen. (p. 651), wie von A. De Candolle (l. c. p. 155) und schon früher von Römer & Schultes (Syst. Veg. IV, 1819, p. XLV), ferner von Gaertner fil. (Carpol. III, 1805, p. 128) und Jacquin (Collect. II, 1788, p. 247 etc.), also seit 100 Jahren bereits beklagten Unsicherheit in der Auffassung vieler Arten und der davon abhängigen Umgrenzung der Gattungen vorzugsweise Schuld trägt, gestattet mir zwar nicht, die Verwandtschaftsverhältnisse der bis jetzt unterschiedenen Gattungen in umfassender Weise zu beleuchten, doch mag der folgende Versuch einer verwandtschaftlichen Gruppirung der Gattungen, welcher zunächst auf die Bestimmung der Stellung von *Omphalocarpum* abzielt,

nebst den ihm angefügten Bemerkungen für eine künftige Neuordnung der Familie nicht ohne Werth sein und so ein weiteres Ausgreifen in demselben, als für den erstgedachten Zweck unmittelbar nothwendig wäre, gerechtfertiget erscheinen.[11])

---

11) Einen ähnlichen Versuch hat, gestützt auf entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen, Hartog in Journ. Bot. 1877, p. 65–72 und 1878 p. 356–359 veröffentlicht, auf den ich erst unmittelbar vor dem Drucke des Folgenden aufmerksam geworden bin. Derselbe geht gleichfalls von dem in Benth. Hook. Gen. für die Anordnung der Gattungen zunächst befolgten Principe ab, betrachtet aber wieder andere Momente, als von mir hier geschehen ist, als die in erster Linie massgebenden. Derselbe stellt die Beschaffenheit der Krone als verwandtschaftliches Merkmal noch über die Verhältnisse des Samens (Albumens), denen er wohl ein allzu geringes Gewicht beilegt, ja auch über die stufenweise Ausbildung des Androeciums. Allerdings kommen hier Ausnahms- und Uebergangsverhältnisse vor. Aber diese dürften den Werth der Regel kaum in Frage stellen.

Ich lasse es übrigens auf sich beruhen, in wie weit Hartog's Anschauungen einen Vorzug besitzen, zumal die folgende Darlegung, welche sich bei der Lückenhaftigkeit des mir zu Gebote stehenden Materiales häufig auf die Angaben anderer stützen musste, nicht schon eine Neuordnung der Familie darstellen, vielmehr eine solche erst anbahnen helfen soll.

Erst von einer Durchforschung des Materiales nach verschiedenen Gesichtspunkten wird eine der natürlichen Verwandtschaft entsprechende Neuordnung desselben zu erwarten sein.

Dass in der Gruppenbildung Hartog's der natürlichen Verwandtschaft gelegentlich Gewalt angethan sei, zeigt sich z. B. in der Abrückung der Gattungen *Dipholis* und *Bumelia* von *Sideroxylon* und der Einstellung derselben in eine andere Abtheilung, die seiner *Mimusopeae*, während *Sideroxylon* der Abtheilung seiner *Chrysophylleae* zugewiesen wird. *Dipholis* und *Bumelia* sind aber entschieden näher mit *Sideroxylon* als mit *Mimusops* verwandt, sowohl nach dem Habitus als nach der Beschaffenheit der Frucht und des Samens, und die Zertheilung der Kronenlappen allein, welche sie mit *Mimusops* theilen, ist kaum ausreichend, um eine Stellung für dieselben zu rechtfertigen, welche ihre Verwandtschaft mit *Sideroxylon* nicht mehr erkennen lässt. Eine solche Eigenthümlichkeit wie die Zertheilung der Kronenblätter, resp. Kronen-

Der ersten Gruppe fallen die Gattungen *Chrysophyllum*, *Ecclinusa*, *Leptostylis*, *Labourdonnaisia* und *Labramia* zu.

Von *Ecclinusa* und *Leptostylis* ist die Frucht unbekannt. Beide können also denkbarer Weise eiweisslose Gattungen sein, welche ausserdem in dieser Gruppe nicht vertreten wären, während sie in den anderen beiden Gruppen eine Art von Parallelreihe neben den eiweissführenden zu bilden scheinen. Uebrigens ist vielleicht die von F. v. Müller (Fragm. VII, 1869—71, p. 114) aus einer früher von ihm zu *Chrysophyllum* gerechneten Pflanze gebildete Gattung *Niemeyera*, welche in Benth. Hook. Gen. zu *Lucuma* gezogen wird, aufrecht zu erhalten und als Vertreterin jener Parallelreihe eiweissloser Gattungen in dieser Gruppe der Gattung *Chrysophyllum* gegenüber zu stellen, wie vielleicht auch die Gattung *Amorphospermum* F. v. Müll. (l. c.). Das

---

lappen, kann bei einer Familie, bei welcher überhaupt die Disposition dazu vorhanden ist, sehr wohl, und ähnlich wie hier z. B. auch der Mangel des Albumens, bei Gattungen verschiedener Gruppen sich einstellen und ist nicht nothwendig als Zeichen nächster Zusammengehörigkeit der betreffenden Gattungen zu betrachten, soll aber auch, wenn die Natur der Sache dem entgegen ist, nicht um der Gewinnung einer sogenannten praktischen und bequemen Eintheilung halber zu einem solchen gemacht werden.

Zugleich möchte ich Hartog in der theilweise ziemlich weit gehenden Vereinigung von bisher als selbständig betrachteten Gattungen nicht unbedingt folgen.

All das hat mich veranlasst, die folgende Uebersicht unverändert, wie sie ursprünglich niedergeschrieben war, zu belassen, und mich darauf zu beschränken, in Anmerkungen bei einzelnen Gattungen auf dasjenige hinzuweisen, was Hartog in dankenswerther Weise zur Klärung derselben beigebracht hat.

Hervorzuheben ist noch, dass Hartog die Gattung *Omphalocarpum* ebenfalls, nach gelegentlichen Bemerkungen darüber (p. 67) zu schliessen, als zu den Sapotaceen gehörig betrachtet, wenn er sie auch in der Aufzählung der Gattungen nach verwandtschaftlichen Gruppen (p. 68) wieder übergangen hat.

Gleiche gilt von der Gattung *Oxythece* Miq., da der Mangel von Staminodien ihrer Vereinigung mit der der zweiten Gruppe angehörenden Gattung *Lucuma* entgegensteht, wenn auch bei dieser Unregelmässigkeiten in der Ausbildung, resp. Schwankungen in der Zahl der Staminodien nicht ausgeschlossen sind.[12]) Ob der Gattung *Oxythece* auch das in Benth. Hook. Gen. wegen eiweissloser Samen zu *Lucuma* übertragene *Chrysophyllum inophyllum* Mart. eingefügt werden

---

12) Dass hinwiederum eine Pflanze, welche hinsichtlich vollzähliger Ausbildung der Staminodien nichts zu wünschen übrig lässt, auch heute noch bei *Chrysophyllum* sich eingereiht findet, ist befremdend.

Es ist das *Chrysophyllum brasiliense* A. De Cand. = *Ch. macrophyllum* Mart. in Hb. Flor. bras., 1837, p. 175, von welchem mir die von Martius um Pará und am Japurá gesammelten Originalien vorliegen.

Obwohl die Aufmerksamkeit auf die Untersuchung der Krone bei dieser Pflanze besonders hingelenkt gewesen sein muss durch die fast kugelige (von Mart. l. c. als „subrotat", was eher auf den abstehenden Kelch passen würde, in der Flor. bras. VII, p. 103 besser als „urceolat" bezeichnete) Gestalt derselben und die dickfleischige, fast corticose Beschaffenheit, welche, wie in der Flor. bras. l. c. gebührend hervorgehoben ist, die Röhre der Krone auszeichnet, und obwohl die Staminodien schon von aussen zwischen den Zähnen der Krone sichtbar sind, wie diese an ihrer Aussenseite mit angedrückten Seidenhaaren bedeckt und gleichsam eine innere Reihe von Zähnchen darstellend, so scheinen doch von allen Beobachtern die Staminodien hier vollständig übersehen worden zu sein.

Die Pflanze ist in die zweite Gruppe zu übertragen und hier ihrer durchaus eigenthümlichen Blüthe halber, und obschon zur Zeit die Frucht derselben noch nicht bekannt ist, als die Grundlage einer besonderen Gattung zu betrachten. Es mag ihr demgemäss der Name *Sarcaulus macrophyllus* ertheilt sein (s. Zusatz 2). Der Species-Beiname „*brasiliense*" war gegenüber dem älteren, von Martius gegebenen, schon bisher ein überflüssiger, da ein anderes als giltige Art angenommenes *Chrysophyllum macrophyllum* nicht existirte und ein Altersvorrecht dieses aus dem Namen der Pflanze im Herb. Wildenow „*Achras brasiliensis*" entnommenen Beinamens nicht vorhanden ist; denn der von Wildenow gewählte Name war vor Martius nicht publicirt und wurde erst durch diesen an dem angeführten Orte (Hb. Fl. bras. p. 176) unnöthiger Weise an die Oeffentlichkeit gebracht.

kann, bin ich, da mir Fruchtexemplare fehlen, zu bestimmen nicht in der Lage. Für die von Casaretto als *Chrysophyllum glycyphloeum*, von Martius & Eichler als *Lucuma glycyphloea* bezeichnete *Pometia lactescens* Vell., d. i. *Pouteria lactescens* m. (s. Zusatz 3), erscheint eine Uebertragung zu *Oxythece* nach den Angaben über die Beschaffenheit der Cotyledonen unthunlich, und mag, wie in der Flor. bras., eher eine unrichtige Darstellung der Blumenkrone bei Vellozo, auf dessen Publication das darüber Bekannte allein zu beruhen scheint, vorausgesetzt werden.

Die einfachsten Verhältnisse der obigen 5 Gattungen zeigt *Chrysophyllum*. Leider mangelte mir für sie, wie für die übrigen Gattungen dieser Gruppe, die Gelegenheit das Albumen auf seine nähere Beschaffenheit zu untersuchen.

Ecclinusa ist ausgezeichnet durch das Auftreten von Nebenblättchen.[13])

---

13) Es ist auffallend, dass nicht einmal über das Auftreten oder Fehlen von Nebenblättchen bei den verschiedenen Sapotaceen-Gattungen befriedigende Angaben vorhanden sind. In Benth. Hook. Gen. wird unter den Formae abnormes p. 651 angeführt: „Stipulae adsunt caducae in *Ecclinusa*, *Sarcosperma*, *Cryptogyne* et *Butyrospermo*, forte in aliis nonnullis adhuc neglectae." Zu den übergangenen Gattungen gehören zunächst *Mimusops* und *Imbricaria*, für welche in der Flor. bras. bereits die entsprechende Angabe sich findet; ferner, wie ich nach der Untersuchung aller mir vorliegenden betreffenden Arten beifügen kann, die Gattungen *Isonandra*, *Tieghemella*, *Payena* und *Bassia*. Es erscheint mir darnach wenig wahrscheinlich, dass das Vorkommen der Nebenblättchen innerhalb derselben Gattung ein schwankendes sei, wie Hartog l. c. p. 359 unter Berufung auf Baker angibt; ebensowenig, dass sie bei Arten von *Sideroxylon* vorkommen. Diesen Angaben liegen wohl unrichtig bestimmte Materialien zu Grunde, wie jene von Baker in der Fl. Mauric. & Seych. p. 164 als ein vermuthliches *Sideroxylon* erwähnte Pflanze von Horne aus den Seychellen, welche Hartog l. c. p. 359 als eine Art von *Mimusops* unter dem Namen *M. Hornei* bezeichnet hat. Für *Bassia* sind Nebenblättchen auch bei Brandis, Forest Fl., und von Hartog selbst erwähnt. Für *Cryptogyne* dagegen stellt Hartog p. 359 Hooker's Angabe von Nebenblättchen als unrichtig dar.

Leptostylis und *Labourdonnaisia* zeigen mehr oder minder weit gehende Vermehrung der Theile nach dem Inneren der Blüthe zu, *Leptostylis* zugleich eine durch ihre Länge ausgezeichnete Kronenröhre, *Labourdonnaisia* ein horniges Albumen.[14])

Labramia besitzt getheilte Kronenlappen, die seitlichen Segmente nach aussen von dem mittleren stehend.[15])

Ob die Gattung *Cryptogyne* mit „den Staubgefässen innerseits opponirten Staminodien? oder Kronenschuppen?" (Benth. Hook. Gen.) in diese Gruppe zu rechnen sei, mag dahin gestellt bleiben. Mir liegt die Pflanze nicht vor. Ihre Frucht ist unbekannt.

Der zweiten Gruppe sind ausser der eben aufgestellten Gattung *Sarcaulus* mit noch unbekannter Frucht zuzuweisen 1) von eiweissführenden Gattungen: *Achras*, *Sideroxylon*, *Hormogyne*, *Argania*, *Dipholis*, *Bumelia*, *Mimusops* und *Imbricaria;* 2) von allgemein als eiweisslos bezeichneten Gattungen: *Lucuma*, *Sarcosperma*, *Labatia* und *Butyrospermum*.

Um die letzteren, an Zahl geringeren, zuerst zu erledigen, so sind *Sarcosperma* und *Butyrospermum* durch

---

14) Auf die wahrscheinlich zu verändernde Stellung von *Labourdonnaisia discolor* Sond. und *L. albescens* Benth. ist schon oben (p. 288, Anm. 10) hingewiesen worden, und werde ich am Schlusse der Uebersicht darauf zurückkommen, woselbst auch der übereinstimmenden Ansicht Hartog's Erwähnung geschehen soll. Hartog schreibt der Gattung *Labourdonnaisia* im Widerspruch mit Eichler (Diagr. I, p. 332) alternisepale Carpelle zu (l. c. p. 71) und verbringt sie in seine Abtheilung *Isonandreae* neben *Bassia* und *Payena* (p. 69). Ich kann, da mir die Gattung nicht vorliegt, weiter auf sie nicht eingehen.

15) Hartog gibt (l. c. p. 357) an, dass der Gattung Staminodien keineswegs fehlen, und dass sie von *Imbricaria* nur durch 3- (resp. 6-) gliedrige Blüthen und ein pleiomeres (12-gliedriges) Gynoecium verschieden sei. Er misst beiden nur den Werth von Sectionen innerhalb der Gattung *Mimusops* zu. Mir steht leider hiehergehöriges Material nicht zu Gebote.

das Auftreten von Nebenblättchen ausgezeichnet, *Butyrospermum* ausserdem noch durch grössere Zahl der Blüthentheile (8) schon im Kelche.

Für *Labatia* Mart. Nov. Gen. II, 1826, p. 70, tab. 161, 162 (non Sw.) ist die Verwachsung der Samen mit dem Fruchtgehäuse auszeichnend.

Die Gattung *Lucuma*, welche durch Schwankungen in dem Auftreten der Staminodien der vorausgehenden Gruppe zunächst zu stehen scheint, zeigt in der Zahl der Blüthentheile wechselnde Verhältnisse, ebenso wie in der Beschaffenheit des Embryo, dessen Cotyledonen bald theilweise (s. Gärtner f. unter *Vitellaria paradoxa*, Carpolog. III, p. 131, tab. 205), bald ganz, bald gar nicht verwachsen erscheinen.

Eine andere Verschiedenheit fand ich bei Untersuchung der wenigen mir vorliegenden Samen hinsichtlich der vom Zellinhalte abhängigen Consistenz der Cotyledonen. Bei *Lucuma Valparadisaea*[16]) und *L. mammosa* (?) nämlich sind die Cotyledonen fleischig, die Zellen mit Öl erfüllt, und darin (da und dort sehr grosse) Aleuronkörner, bei letzterer stellenweise auch wenige kleine Amylumkörner; weiter findet sich bei beiden in besonderen, meist grösseren, zu Längsreihen geordneten Zellen nahe der Oberfläche ein das Licht doppelt brechender, körniger oder brockiger, aus eingetrocknetem Milchsafte hervorgegangener Inhalt, welcher (wie Cautschuc) ziemlich indifferent ist gegen Wasser, Alcohol, Aether, caustisches Kali und Schwefelsäure. Bei *Lucuma laxiocarpa* dagegen, bei einem in der Flor. bras. zu *Lucuma psammophila* gerechneten Exemplare, in welchem ich eine besondere Art erblicke,[17]) bei einer nach Martius (wie nach der Fl.

16) Nach Untersuchung an einer von Friedr. Leybold übersendeten, an der Basis noch mit dem Kelche, an der Spitze um die Griffelbasis noch mit den charakteristischen zweiarmigen Haaren versehenen Frucht.

17) Es ist das die in Zusatz 3 als *Pouteria* [illegible] zu bezeich-

bras. *Lucuma lasiocarpa*) im Amazonenlande *Albiu-rana*, d. i. falsche *Caimito*, genannten Pflanze[18]) und endlich bei einer von Martius im Amazonengebiete gesammelten, bisher aber unbeschrieben gebliebenen Art[19]) sind die Cotyledonen hart, fast hornartig (was für *L. lasiocarpa*, *psammophila* und ein paar andere Arten, nämlich *L. Caimito*, *laurifolia*, und *glycyphloea*, auch in der Flor. bras. angegeben ist), die Zellen mit mässig grosskörnigem Amylum (meist Zwillings- und Drillingskörnern) und da und dort mit Gerbstoff erfüllt, dazwischen nahe der Oberfläche auch hier noch andere mit einem körnigen, doppeltbrechenden, aus eingetrocknetem Milchsafte bestehenden Inhalte. Es mag hinzugefügt sein, dass sich Amylum bei keiner der anderen zur Untersuchung gelangten Gattungen (*Achras*, *Omphalocarpum*, *Sideroxylon*, *Dipholis*, *Bumelia*, *Mimusops*, *Bassia*) im Samen wieder gefunden hat.

Aber noch eine weitere wichtige Verschiedenheit trat bei der mikroskopisch-anatomischen Untersuchung der Samen zu Tage, welche in Verbindung mit dem eben Angegebenen und gewissen, bisher zur Bildung der Sectionen *Guapeba*, *Antholucuma*, *Eulucuma* und *Rivicoa* verwendeten Charakteren der Blüthe dazu nöthiget, die Gattung *Lucuma* in 3 Gattungen zu theilen, — nämlich das Vorkommen

---

nende, von Spix bei Tabatinga in der Provinz do Alto Amazonas gesammelte Pflanze, für welche in der Flora bras. VII, p. 77, Observ. I eine „bacca elevationibus minimis scabriuscula" als Eigenthümlichkeit hervorgehoben ist. Diese Erhebungen sind lediglich durch einen Pilz veranlasst, welcher sich in dem reichlich von Milchsaftschläuchen durchzogenen Pericarpe eingenistet hat.

18) Sieh Martius über *Labatia* und *Pouteria* in den Sitzungsber. d. Münchener Akad., I, 1861, Heft 5, p. 577, Anmerk. Um eine bestimmte Bezeichnung für die Pflanze zu gewinnen, soll dieselbe in Zusatz 3 *Pouteria ochrosperma* genannt sein.

19) Sie wird in Zusatz 3 unter dem Namen *Pouteria crassifolia* ihre Charakterisirung finden.

eines spärlichen, aus 4—5 Zelllagen bestehenden Eiweisses, ähnlich wie weiter unten für *Bumelia* zu schildern sein wird, mit in Jod nicht blau werdenden und nicht mit Krystallen besetzten Zellmembranen, bei *Lucuma mammosa*, resp. bei einem Samen, welcher, wenn nicht zu dieser von den Autoren selbst wieder sehr verschieden aufgefassten Art, so doch sicher zu einer der um sie sich gruppirenden westindischen Arten gehört.

Diese westindischen Arten, welche nach den darüber vorhandenen Angaben in der äusseren Beschaffenheit ihrer Samen eine ausserordentliche Uebereinstimmung zeigen, so dass eine solche auch in dem hier entscheidenden Punkte vorausgesetzt werden darf, und welchen sich noch einige andere Arten, besonders aus den Ländern in der Umgebung des caribäischen Meeres, anzureihen scheinen, bilden die eine der aus *Lucuma* hervorgehenden Gattungen, welcher aber der Name *Lucuma* nicht belassen werden kann. Derselbe ist vielmehr für gewisse peruanisch-chilenische Arten zu erhalten, auf welche die Gattung ursprünglich gegründet worden ist und zu welchen die vorhin erwähnte *Lucuma Valparadisaea* gehört. Für die vorzüglich aus den westindischen Arten zu bildende neue Gattung kann der Name *Vitellaria* von Gärtner fil. verwendet werden, da die von ihm damit bezeichnete Art *Vitellaria paradoxa*, obwohl sie seitdem nicht näher definirt worden ist, doch kaum als generell verschieden von den westindischen Arten, mit denen sie bisher in der Gattung *Lucuma* untergebracht war, zu denken ist.[20]) *Vitellaria* nimmt von der bisherigen Gattung

20) *Labatia* Sw. (Prodr. 1788, p. 32), welche in Benth. Hook. Gen. als wahrscheinlich zu *Lucuma* aut. gehörig bezeichnet wird, dürfte, auch wenn sich das bestätigen sollte, und obwohl sie aus den Antillen ist, doch der unter *Vitellaria* hier zusammengefassten Gruppe von Arten nicht angehören. Andernfalls würde der Name *Labatia* vor *Vitellaria* den Altersvorrang besitzen. Seine Wiederaufnahme würde zugleich eine andere Benennung für *Labatia* Mart. nothwendig machen.

Lucuma die Sectionen *Antholucuma*, *Eulucuma* und *Rivicoa* in sich auf, welche in ihr fortbestehen, nur dass der Name *Eulucuma* füglich in *Aneulucuma* umzuwandeln sein dürfte. Die beiden Gattungen *Lucuma* (emend.) und *Vitellaria* (reform.) umfassen von den Arten der bisherigen Gattung *Lucuma* die mit ölführenden Cotyledonen versehenen. Für die Arten mit amylumführenden Cotyledonen, welche der bisherigen Section *Guapeba* angehören, wäre bei der Abtrennung derselben als besondere Gattung, dieser von B. A. Gomes schon ursprünglich zur Bezeichnung einer auf *Guapeba laurifolia* begründeten Gattung aufgestellte Name beizubehalten, wenn sich nicht aus den mir vorliegenden Materialien mit genügender Sicherheit ergäbe, dass *Pouteria* Aubl. (excl. fructu) als Bezeichnung für diese Gruppe den Altersvorrang besitze. Es erscheint nach der Uebereinstimmung im Baue der Blüthen wahrscheinlich, dass so ziemlich alle Arten der früheren Section *Guapeba*, welche auch durch ihr einheitliches Verbreitungsgebiet im südlichen, besonders östlich von den Anden gelegenen America als etwas Zusammengehöriges sich darstellen, in die Gattung *Pouteria* (emend.) überzutreten haben werden.[21])

Was die eiweissführenden Gattungen dieser Gruppe betrifft, denen nun auch die im Vorhergehenden aus *Lucuma* autor. herausgelöste Gattung *Vitellaria* beizuzählen ist, so zeigt *Achras* die einfachsten Verhältnisse, darin der Gattung *Chrysophyllum* aus der ersten Gruppe nahe kommend. Die Samen sind flach, denen von *Chrysophyllum* ähnlich (wenigstens nach der Abbildung von Gärtner fil. für *Chrysophyllum Cainito*, Carpolog. III, tab. 201, auf welche Pflanze wohl auch die von J. Gärtner unter dem Namen *Sapota mammosa* in Carpolog. II, p. 104 beschriebenen und tab. 104 fig. 1, h, i abgebildeten Samen mit nach innen gerichteter

21) Das Nähere über diese 3 Gattungen ist in Zusatz 3 enthalten.

hackenförmiger Biegung am spitzen unteren Ende zu beziehen sind), der Nabel lang, das Albumen wie oben (p. 276) beschrieben, subcartilaginös, ziemlich dünnwandig, die Wände mit eingewachsenen Krystallen besetzt, mit Jod sich bläuend.

Vitellaria, deren Verhältnisse schon im Vorausgehenden dargelegt wurden, kann als ein Seitenast von *Achras* und als ein Uebergangsglied zwischen ihr und *Lucuma* (emend.), sowie *Pouteria* (emend.) angesehen werden.

Sideroxylon zeichnet sich, wenn es gestattet ist, von *S. mastichodendron* Jacq. weiter zu schliessen, und wenn wir von der für die Unterscheidung der Gattung von *Achras* kaum sehr werthvollen Beschaffenheit des Kelches und der nicht viel höher zu taxirenden Verschiedenheit in der Zahl der Fruchtknotenfächer, sowie von der ganz nebensächlichen Stellungsweise der Blüthen absehen, durch ein horniges Eiweiss, auf dessen Oberfläche die Endopleura anhaftet, aus, mit stark colleuchymatös verdickten Zellen, welche in Wasser rasch aufquellen, mit Jod sich stark bläuen und (besonders die der äusseren Lagen) eingewachsene Krystalle zeigen. Die Zellmembranen färben sich auch in ihren nicht verdickten Partieen blau. Ein Theil ihrer Substanz geht bei Berührung mit Wasser an dieses über, so dass auf Zusatz von Jodlösung blau gefärbte wolkige Massen in der Umgebung der Schnitte auftreten. Dass die Spitzen der Cotyledonen, wie angegeben wird, über das Eiweiss hervorragen und über dasselbe etwas zurückgeschlagen sind, ist unrichtig oder doch nicht ganz richtig, denn die auseinander weichenden und etwas ausgebreiteten Ränder der Cotyledonen sind immerhin noch von einer zarten, allerdings nur aus ein paar Zelllagen bestehenden Eiweissschichte überdeckt, wie bei sorgfältiger Untersuchung unter dem Mikroskope wahrzunehmen ist. Dabei darf man sich durch den Umstand nicht täuschen lassen, dass diese Zelllagen, wie überhaupt die an der Oberfläche des Albumens gelegenen, sich in Jodlösung nicht

bläuen, vielmehr mit nach innen abnehmender Intensität sich in Folge ihrer Cuticularisirung gelb färben. Auch die Zellen des Embryo sind hier in den Ecken mitunter verdickt und nehmen dann in Jodlösung ebenfalls (schwach) blaue Färbung an. — Die Samen von *Sideroxylon mastichodendron* sind ovoid mit kurzem Nabel am unteren Ende, ganz wie die Abbildung von Gärtner fil. tab. 202 es darstellt. Ob die flacheren, mit einem langen Nabel versehenen und dadurch an *Achras* erinnernden Samen der brasilianischen Sideroxylon-Arten, die auch (einschliesslich des bis Westindien verbreiteten *Sideroxylon rugosum*, von welchem mir eines der von Swartz als *Chrysophyllum rugosum* beschriebenen Originale vorliegt) durch die an *Calophyllum inophyllum* etc. erinnernde Nervatur der Blätter sich auszeichnen und darnach vielleicht besser als eine besondere Gattung zu betrachten wären, in der Beschaffenheit des Albumens sich dem eben Geschilderten gemäss verhalten, war mir zu untersuchen keine Gelegenheit geboten; die Ränder der Cotyledonen werden auch hier als über das Albumen zurückgeschlagen beschrieben. Eben so wenig standen mir Samen der durch einen langen Griffel ausgezeichneten und dadurch an *Achras L.* (*Sapota* Plum.), wohin sie A. De Candolle zieht, erinnernden, vielleicht auch als eine besondere Gattung aufzufassenden, um *S. elengoides* sich gruppirenden indischen Arten zu Gebote.

An *Sideroxylon* scheinen sich nach der Beschreibung ihres Eiweisses als „albumen crassum" oder als „albumen membrana tenui inclusum" die Gattungen *Hormogyne*, ausgezeichnet durch einen „discus hypogynus annularis",[22]) und *Argania*, eigenthümlich durch die unter einander ver-

---

22) Hartog bezeichnet die Gattung *Hormogyne* als hinfällig, da Discusbildung, wenn auch schwächere, den Sapotaceen überhaupt zukomme.

wachsenen Samen und, was den Habitus betrifft, durch die Dornbildung, eng anzuschliessen.

Einen Seitenzweig gleichsam von *Sideroxylon* bildet *Dipholis* mit dreitheiligen Kronenlappen, die seitlichen Theile nach innen gerückt, und die von *Dipholis* angeblich durch Fehlen des Albumens sich unterscheidende, durch häufiges Auftreten von Dornzweigen im Habitus an *Argania* erinnernde Gattung *Bumelia*, durch deren nach etwas unsicheren Momenten erfolgte und demgemäss von einer Vermengung mit Arten anderer Gattungen nicht frei gehaltene Aufstellung Swartz den Botanikern bis auf unsere Zeit einen Stein des Anstosses geschaffen hat.[23]) Aber das Albumen fehlt nicht wirklich. Schon Gärtner fil. hat (Carpolog. III, p. 127, 128, tab. 202) für *Bumelia retusa* Sw. nach Material aus dem Hb. Banks und wohl von Swartz selbst herrührend, wie für *Bumelia lycioides* Pers. angegeben, dass ein spärliches Eiweiss vorhanden sei, und dieses ist, unter dem Mikroskope wenigstens, leicht nachzuweisen: an der (spitzeren) Basis des Samens in mehreren, über der Mitte nur mehr aus etwa zwei Zelllagen bestehend (*Bumelia lycioides*), die, wie die äussersten Zelllagen des Eiweisses auch bei *Dipholis* und *Sideroxylon* etc., dünnwandig sind und mit Jodlösung sich nicht bläuen (vielmehr, wie dort, gelb färben). Der Inhalt der Zellen ist wie der der fleischigen Cotyledonen, die in ihrer Lage gelegentlich intermediäre Verhältnisse zwischen der bei *Sideroxylon* und bei *Achras* zeigen, Öl und Aleuron. Krystalle an den Membranen finden sich nur zerstreut, im Eiweiss noch seltener als in den Cotyledonen. Bei *Bumelia* wie bei *Dipholis* (*montana* Griseb.) ist die Samenschale dunkel; die Endopleura trennt sich von ihr und haftet, wie bei *Sideroxylon*, der Oberfläche des Albumens an. Bei *Dipholis montana*, die sich

23) Sieh das Nähere hierüber in Zusatz 4.

nach der übrigen Beschaffenheit aller Samentheile enge an *Sideroxylon* anschliesst, sind die Eiweisszellen nicht bloss in den Ecken, sondern auch an den Flächen verdickt, mit Jod intensiv blau werdend, nur wenige Krystalle einschliessend; die Cotyledonen treten, wie bei *Sideroxylon*, scheinbar über das Eiweiss hervor.

Es sind nun noch die Gattungen *Mimusops* und *Imbricaria* übrig, vor allen anderen eiweissführenden Gattungen der zweiten Gruppe durch das Vorhandensein kleiner Nebenblättchen ausgezeichnet (s. ob. p. 294, Anmerk. 13), mit den zwei letztgenannten dieser Gattungen durch die Zertheilung der Kronenlappen in naher Beziehung stehend und mit *Dipholis*, wie mit *Sideroxylon* auch durch die nur mit einer äusserst zarten Schichte des Albumens überdeckten oberen Ränder der Cotyledonen, in der Beschaffenheit der Eiweisszellen aber von diesen Gattungen beträchtlich verschieden und durch deren Dünnwandigkeit etc. sehr der Gattung *Achras* sich nähernd.[24]) Die Seitentheile der Blumenkronenlappen, deren Zahl in Endlicher Gen. Pl. unrichtig auf 6—16, statt auf 12—16 angegeben ist, sind hier, wie bei *Labramia* nach aussen geschoben und, wie ich bei *Mimusops floribunda* zu sehen Gelegenheit hatte, bei entsprechender Breite derart sich deckend, wie es einer gedrehten Knospenlage der unzertheilt gedachten Kronenlappen entsprechen würde (nur dass ein oder der andere Lappen gelegentlich ganz nach innen, ein Nachbar desselben ganz nach aussen gerückt erscheint). Es kommt somit bei Arten mit breiten Seitentheilen, besonders bei *Imbricaria*, das den gedeckten

---

24) Es standen mir Samen von zweierlei *Mimusops*-Arten zu Gebote, alle mit harter Schale, so dass die Angabe in der Flor. bras. VII, p. 42 für die betreffende Abtheilung *Eumimusops:* „Seminum testa coriacea" nicht als zutreffend erscheint.

Bezüglich der Bestimmung der betreffenden Arten vergleiche das in Zusatz 5 Gesagte.

Rand des Blumenblattes repräsentirende Segment gerade nach innen vor das dem deckenden Rande des Nachbarblattes entsprechende Segment zu stehen. Die beiderlei Seitentheile wurden darnach als biseriat (Benth. Hook. Gen. bei *Mimusops* zum Theile), und da die mittleren Abschnitte beiderseits von den Seitentheilen bedeckt, also ganz nach innen gerückt sind, so wurden die 18 (resp. 24) Theile, welche 6 (resp. 8) Blumenblättern entsprechen, in nicht sehr klarer Ausdrucksweise als in 3 Reihen stehende Kronenlappen beschrieben (Endl., Benth. Hook. bei *Imbricaria*). Die Staubgefässe stehen wie überall in dieser Gruppe vor den Kronenblättern, also hier vor deren mittleren Theilen, nicht aber, wie in DC. Prodr. p. 155 und 201, ferner in Wight Illustr. II, 1850, p. 144 irrthümlich angegeben ist, zugleich mit diesen vor den Kelchblättern, vor welche paarweise die benachbarten Seitentheile zweier benachbarter Kronenblätter (die früher sogenannten äusseren Kronenlappenpaare) zu stehen kommen, wie es in der Flora bras. VII, tab. 17 für *Mimusops floribunda* richtig dargestellt ist,[25]) unrichtig dagegen in den vorausgehenden Grundrissen, wie auch in der Darstellung der Kronen überhaupt für *M. subsericea* und *M. longifolia*, ferner im Gattungscharakter und im Conspectus generum. In Benth. Hook. Gen. sind die Stellungsverhältnisse unberücksichtigt gelassen. Die Staminodien, welche mit den fertilen Staubgefässen alterniren, sind häufig zerschlitzt. Für *Imbricaria*, von welcher mir unter dem Namen *I. coriacea* ein sicher zu *Imbricaria* (und nicht, wie es für andere unter dieser Bezeichnung cursirende Exemplare aus tropischen Gärten nach Benth. Hook. Gen. II, p. 660, 662 der Fall ist, zu *Labramia*) gehöriges Exemplar

---

25) Ebenso bei Eichler, Blüthendiagramme I, 1875, p. [illegible] (nach *Mimusops subsericea*) und bei Hartog l. c. 1877, p. 67, [illegible] (nach *Mimusops Elengi*).

aus dem Calcuttaer Garten (mit 4-, resp. 8-gliedriger Blüthe, Staminodien und isomerem, d. h. 8-gliedrigem Gynoecium) nebst Frucht mit leider nicht voll ausgebildeten Samen vorliegt, kommt noch hinzu, dass die seitlichen Segmente der Blumenkronenlappen selbst wieder zerschlitzt sind, wie schon oben (p. 288) erwähnt, und wie es gelegentlich auch bei *Labramia* in geringerem Grade der Fall ist. Die Fruchtknotenfächer sind an Zahl den Kelchblättern gleich und über diese gestellt.

Zur dritten Gruppe endlich gehören die eiweissführenden Gattungen *Isonandra* und *Payena*, die eiweisslosen *Dichopsis* und *Bassia*,[26]) alle vier, wie ich an allen mir vorliegenden Arten gefunden, mit Nebenblättchen versehen, deren Vorkommen auffallender Weise bisher fast überall übergangen ist. Bei *Isonandra* und *Dichopsis* sind die Blüthen in allen Blattkreisen isomer, bei *Payena* und *Bassia* in der Krone und den Androecialkreisen, theilweise auch im Gynoecium, pleiomer. *Payena* ist sicher hier einzureihen und nicht, wie es nach der schon in Benth. Hook. Gen. berichtigten Angabe von A. DC. über das Androecium scheinen könnte, in der zweiten Gruppe. *Bassia* ist weiter ausgezeichnet durch häufig, aber doch nicht in allen Arten (z. B nicht bei *B. longifolia*) dedoublirte Staubgefässe, wovon schon oben (p. 285 etc.) die Rede war.[27]) Der Embryo von *Bassia latifolia*, der einzigen Pflanze aus dieser Gruppe,

26) Bei *Bassia*, von deren eventueller Namensänderung in Zusatz 3 die Rede sein wird, zeigen sich da, wo auf grössere oder kleinere Strecken hin die Endopleura beim Austrocknen der Samen an den Cotyledonen, statt an der Testa, haften geblieben ist, unter dem Mikroskope Spuren von Eiweiss, wahrscheinlich Reste eines früher stärker entwickelt gewesenen Albumens, was näher zu verfolgen denen überlassen bleiben muss, welchen entwicklungsgeschichtliches Material zu Gebote steht.

27) In der dabei erwähnten *Bassia elliptica* Dalz., *Dichopsis* sp. Benth. Hook. Gen., sieht auch Hartog (l. c. 1878, p. 359) einen unzweifelhaften Fall von Dedoublirung der Staubgefässe.

von welcher mir sicher bestimmte Samen zu Gebote standen, ist ölreich, in den ölführenden Zellen zugleich Aleuron enthaltend und in besonderen Zellen braunen Gerbstoff sowie in der Oberfläche genäherten Milchsaft führend. Die Membranen sind frei von Krystallen. In diese Gruppe scheinen nun auch die in der Anmerkung zu Seite 288 schon besprochenen, der Beschreibung nach durch einen doppelten Kreis fertiler Staubgefässe, an denen zum Theil auch noch Dedoublirung auftreten zu können scheint, ausgezeichneten, als *Labourdonnaisia discolor* und *L. albescens* (*Bassia alb.* Griseb.) bezeichneten Arten zu gehören.[28]) Auch *Pycnandra* Benth. mag hier ihre Stelle finden, wenn die 25—30 Staubgefässe derselben, wie bei *Bassia*, nicht bloss aus der Dedoublirung epipetaler, sondern auch aus der Entwicklung fertiler alternipetaler Androecialglieder resultiren, was aus den vorliegenden Angaben nicht zu ersehen ist. Die Frucht der Pflanze ist unbekannt; Nebenblättchen sollen ihr fehlen.

Die von Grisebach den Sapotaceen zugewiesene, in Benth. Hook. Gen. als sehr zweifelhaft bezeichnete Gattung *Henoonia* mit einfächerigem Fruchtknoten mag hier ausser Betracht bleiben.

Versuchen wir nun in diese Uebersicht der Sapotaceen-Gattungen *Omphalocarpum* einzureihen, so ist klar, dass dasselbe als mit Staminodien versehene Pflanze der zweiten Gruppe zuzuweisen ist, und zwar der Reihe der mit Albumen versehenen Gattungen, in der es durch die Dedoublirung der Staubgefässe vor allen übrigen Gattungen sich auszeichnet, während die zertheilten Staminodien desselben bei mehreren Gattungen dieser Gruppe

---

28) Hartog hat sie l. c. 1877, p. 71, bereits von *Labourdonnaisia* getrennt und in eine besondere Gattung *Eichleria*, später (ibid. p. 145) *Muriea* genannt, zusammengefasst, diese aber zuletzt, l. c. 1878, p. 358 als eine besondere, durch fertile interpetale Androecialglieder ausgezeichnete Section in die Gattung *Mimusops* einbezogen.

in verschieden hohem Masse ausgebildet sich wieder finden — so schon bei *Dipholis* (stamina sterilia ovato-lanceolata fimbriata A. DC. etc.), besonders aber bei *Mimusops*. Ueber das Vorhandensein von Nebenblättchen, worin eine weitere Annäherung an *Mimusops* gesehen werden könnte, ist nichts Sicheres bekannt. Mit *Dipholis* hätte *Omphalocarpum*, was für *Mimusops* nicht der Fall ist, den aus nur 1 Cyclus von Blättern gebildeten Kelch gemein. Diese beiden Gattungen aber, wie die ihnen beziehungsweise so nahe stehenden Gattungen *Bumelia* und *Imbricaria*, erscheinen von *Omphalocarpum* durch die ihnen eigene Zertheilung der Blumenkrone beträchtlich abgerückt, *Bumelia* überdiess, wie *Vitellaria*, durch das äusserst spärliche Eiweiss. Uebereinstimmung im Kelche zeigt auch die gliederreiche Gattung *Sideroxylon*; aber, um von den dieser selbst wieder nahe verwandten, durch vereinzelte Eigenthümlichkeiten, wie Discusbildung und Verwachsung der Samen, ausgezeichneten Gattungen *Hormogyne* und *Argania* abzusehen, bei *Sideroxylon* ist die Frucht von vornherein wenigfächerig und wird durch Abortus schliesslich meist einfächerig, und das Albumen ist, wie auch bei *Dipholis*, von wesentlich anderer Beschaffenheit, hornig, mit stark (collenchymatös) verdickten Wandungen. In diesen beiden Stücken wären wieder eher bei *Mimusops* Anknüpfungspunkte zu finden, doch ist auch hier wenigstens die Lage des Keimlings im Albumen und die mächtigere Entwicklung des letzteren mehr den Verhältnissen von *Sideroxylon* als von *Omphalocarpum* entsprechend. Volle Uebereinstimmung dagegen in den zuletzt berührten Momenten, in der minder reichlichen Entwicklung des Albumens, in der Dünnwandigkeit desselben, in seinem Verhalten zum Embryo, dessen Ränder dünn, nicht auseinandergeschlagen und durch verhältnissmässig reichliche Bedeckung mit Albumen ganz unter diesem verborgen sind, ferner in der Vielfächerigkeit der Frucht zeigt die Gattung *Achras* mit

Omphalocarpum; ebenso auch hinsichtlich der Unzertheilheit der Kronenlappen. Weiter ist die Anheftungsweise der Samen, der lange Nabel, die Beschaffenheit der Samenschale durch alle ihre Schichten hindurch, wie rücksichtlich des Verhaltens der Gefässbündel in ihr, bei diesen beiden Gattungen, wie oben geschildert, durchaus übereinstimmend, während bei *Sideroxylon*, wie bei *Mimusops*, um die übrigen Gattungen ausser weiterem Vergleich zu lassen, in den meisten dieser Stücke nicht unerhebliche Verschiedenheiten vorhanden sind, wenn auch z. B. der Nabel nicht bei allen ihren Arten so kurz erscheint wie bei *Sideroxylon mastichodendron* Jacq. und *Mimusops globosa* Gärtn. fil., und wenn auch im allgemeinen der Bau der Samenschale bei allen diesen Gattungen gleichen Normen folgt. Dazu kommt noch die Analogie in der Structur der Frucht hinsichtlich des Auftretens der Sklerenchymzellengruppen und der Milchsaftschläuche, womit übrigens nicht gesagt sein soll, dass in anderen Gattungen Aehnliches nicht auch vorkomme.

Die Vergleichung führt also zu dem oben schon angegebenen Resultate, dass *Omphalocarpum* als der Gattung *Achras* zunächst stehend zu betrachten sei.

Dabei mag mit Rücksicht auf ihre geographischen Verhältnisse immerhin dem Gedanken Raum gegeben werden, dass beide Gattungen unabhängig von einander und räumlich getrennt — die eine in Africa, die andere in America — jedoch durch eine Veränderung in analoger Richtung aus *Sideroxylon* als dem Haupttypus der ganzen Gruppe zugleich Staminodien und Albumen besitzender Sapotaceen abgeleitet sein mögen.

Was beide von einander unterscheidet ist der bicyclische Kelch von *Achras*, einerseits, die Zertheilung der fertilen (und sterilen) Androecialglieder bei *Omphalocarpum* andererseits; ferner die Stellung der Blüthen.

Jedes dieser Momente für sich würde nach dem, was dere Gattungen uns zeigen, kaum genügen, um einen ttungsunterschied zu bilden. Nur in ihrer Vereinigung scheinen sie dazu ausreichend.

Zusätze

er einige neue oder kritische, im Vorausgehenden berührte Arten und Gattungen der Sapotaceen.

Zusatz 1. Die der Gattung *Bassia (Dasyaulus)* einfügende neue Art (s. oben p. 286) mag folgendermassen arakterisirt sein:

Bassia (Dasyaulus) insignis, sp. n.: Folia ex elliptico bcuneata, subacuta, petiolo 1,5-centimetrali adjecto circa cm longa, 5 cm lata, pinnatinervia, laxe reticulato-venosa, bcoriacea, utrinque (etiam juniora) glabra; pedicelli in ice ramorum axillares et infra partem foliigeram supra liorum delapsorum cicatrices bini vel terni 2-centimetrales; lyx 4-sepalus, sepalis biseriatis (rarius sepalis aliis 2 super teriora positis adjectis 6-sepalus, sepalis triseriatis), exrioribus ex ovato sublanceolatis, 8 mm longis, 4 mm latis, utis, subglabris, interioribus vix longioribus ellipticis v. iptico-lanceolatis obtusiusculis, extus praesertim ad lineam edianam pilis adpressis fulvis sericeo-pubescentibus, margine llosis, intus glabris; corolla 14 mm longa, ad medium 6-rtita, lobis erectis oblongis obtusis extus ad lineam mediam sericeis, tubo aequilongo extus sericeo-villoso, intus aeter basin villoso-tomentoso; stamina circiter 18, corollae uci 1-seriatim inserta; filamenta brevia, vix 2-millimetralia, llosa, bina lobis corollinis opposita approximata et plus inus connata, alia singula lobis alterna; antherae ovato-lanolatae, longe cuspidatae, limbi lobis fere dimidio breviores, abrae; germen 7-loculare, subglabrum; stylus longus,

corollam dimidio superans, glaber, in stigma parvum obtusum extenuatus. Fructus ignotus. — Arbor; prope urbem Mangalor in terra Canara Indiae orientalis legit Metz, m. Febr., flor. Incolis *Ibbe-gida* et *Nanilu*. E seminibus oleum eliciunt. Ed. Hohenacker sub n. 397: *Bassiae* n. sp.? Miq. (in schedis).

Die oben an gleicher Stelle (p. 286) erwähnte, auch in Canara einheimische *Bassia elliptica* Dalz. (*Dichopsis* sp. Benth. Hook. Gen.) unterscheidet sich der Beschreibung nach von der eben charakterisirten Pflanze durch die längeren („die 6—9 Linien langen Blattstiele um das 3—4-fache übertreffenden") Blüthenstiele, durch den 6-theiligen Kelch mit 2-reihigen Abschnitten und namentlich durch die Gestalt der äusseren Kelchtheile, welche breit abgerundet-eiförmig genannt werden, ferner durch die den Lappen der Krone an Länge nachstehende, nur 2 Linien lange Kronenröhre.

Zusatz 2. Der Charakter der aus *Chrysophyllum macrophyllum* Mart. (*Chrysophyllum brasiliense* A. DC.) hervorgehenden Gattung *Sarcaulus* (s. oben p. 293, Anmerk. 12) ist folgender:

Sarcaulus, gen. n.: Sepala 5, eutopice imbricata, sub anthesi patentia; corolla globosa, extus dense sericea, 5-dentata, dentibus crassiusculis aestivatione valvatis, tubo crassissimo corticoso-carnoso intus villoso; staminodia 5, extus sericea, corollae dentes interiores sat crassos simulantia; stamina 5, ad mediam corollae dentium basin inserta, filamentis brevibus subulatis villosis, antheris ovatis subextrorsis; germen adpresse villosum, 5-costatum, 5-loculare stylusque subulatus 5-sulcatus corollae tubo aequilongo arcte amplexus; stigma brevissime 5-lobum; gemmulae in loculis solitariae, oblongae, supra medios loculos affixae, micropyle infera, dorso coma pilorum ab apice loculorum dependente obtectae; fructus ignotus. — Frutex? paraënsi-surinamensis;

folia elliptico-oblonga, basi rotundata (rarius subacuta) petiolis breviusculis insidentia, pinnatinervia, reticulato-venosa, fuscescentia, glabriuscula; flores dense fasciculati, longiuscule pedicellati, pedicellis apice incurvis.

Species 1: *Sarcaulus macrophyllus* m. (*Chrysophyllum macrophyllum* Mart. in Herb. Fl. bras., 1837, p. 175; *Chrysophyllum brasiliense* A. DC. Prodr. VIII, 1844, p. 156; Flor. bras. VII, 1863, p. 103). — Hinsichtlich des Speciesbeinamens sieh die Bemerkung Seite 293, Anmerk. 12.

Zusatz 3. Ueber die Zergliederung der Gattung *Lucuma* in die Gattungen *Lucuma* emend., *Vitellaria* reform. und *Pouteria* emend. (s. oben p. 297 etc.) ist folgendes Nähere beizufügen.

Unter dem Gattungsnamen *Lucuma* wurden zuerst von Molina (Ed. I, 1782) Pflanzen des peruanisch-chilenischen Gebietes veröffentlicht, für welche dort die gleiche Bezeichnung im Munde des Volkes schon sich vorfand, und wenige Jahre später (1789) begründete (unabhängig von Molina, wie es scheint) A. L. de Jussieu auf eine dieser Pflanzen, welche durch Ruiz & Pavon im III. Bande der Flor. peruv., 1802, p. 17, tab. 239 unter dem Namen *Achras Lucuma* ihre nähere Beschreibung und Abbildung gefunden hat, unter Berufung auf J. Jussieu und Dombey (vielleicht das von Pritzel erwähnte Manuscript in der Bibliothek Delessert? oder „Dombey Mss. in Hb. Juss.", wie Poiret in Lam. Encycl. VI, p. 531 citirt) und unter Anführung des erwähnten Vulgärnamens in aller Form die Gattung *Lucuma*, zu welcher er aber auch *Achras mammosa* L., die nachmalige *Lucuma mammosa* aus den Antillen rechnen zu müssen glaubte, wie er in der dem Gattungscharakter angefügten Bemerkung „Huc *Achras mammosa* L." ausgedrückt hat.

Achras Lucuma R. & P. nun ist wahrscheinlich die-

selbe Pflanze, von welcher Molina verschiedene Formen als *Lucuma bifera* und *L. turbinata* bezeichnet hat, wie auch Filippi in seinem Commentare zu Molina (Bot. Zeit. 1864. Beilage, p. 12) annimmt, und welche später Bonpland unter ausdrücklicher Einbeziehung des Synonymes von R. & P. als *Lucuma obovata*, endlich A. DC. als eine *var. β Ruizii* der Bonpland'schen Art beschrieben hat. Sie mag füglich als *Lucuma bifera* Mol. bezeichnet werden, welcher Name darauf hindeutet, dass die in Chili cultivirte Pflanze, welche nach Gay um Santiago nur mehr schwierig, weiter südlich gar nicht mehr gedeiht, wenigstens wiederholt im Jahre blüht, während sie in ihrem eigentlichen Heimatlande Peru nach R. & P. das ganze Jahr hindurch in Blüthe und Frucht zu finden ist. Einige Verschiedenheiten in den übrigen Angaben der Autoren, welche DC. hervorhebt, scheinen der Zusammenfassung des hier Vereinigten nicht ernstlich im Wege zu stehen: Kunth bezeichnet nach Notizen von Bonpland die Krone als dem Kelche an Länge nachstehend — das mag sich aus einer Untersuchung noch nicht voll entfalteter Blüthen erklären lassen; DC. weiter findet bei einem authentischen Exemplare im Herb. Delessert (d. h. wenn ich recht interpretire, bei einem Exemplare von R. & P.) den Fruchtknoten 4-fächerig, nicht 10-fächerig, wie Ruiz & Pav. und Jussieu (nach Dombey) im Genuscharakter sowie (hiernach?) auch Kunth fragweise (unter *Lucuma obovata*) angeben — das erklärt sich aber leicht, wenn man sieht, dass Ruiz & Pav., deren Angaben mit denen von Dombey als aus einer Feder geflossen anzusehen sind (sieh Lasègue, Mus. Deless., p. 247), auch bei ihrer *Achras Caimito* (*Lucuma Caimito* Röm. & Sch., *Pouteria Caimito* m.) die Anzahl der Fruchtfächer um das Doppelte zu hoch angeben, indem sie wahrscheinlich eine eigens gearteten, reichlicher von Milchsaftschläuchen durchsetzte Gewebspartie zwischen den Fruchtfächern als schon sehr früh

und vollständig abortirte Fruchtfächer selbst wieder angesehen haben, wie es auch ihre Zeichnung, in der diese Scheinfächer regelmässig alterniren mit den theils vollkommen, theils unvollkommen entwickelten 5 Fächern, und ihre Ausdrucksweise, gemäss welcher sie sehr früh verschwindende von fast obliterirenden Fächern unterscheiden („fructus loculamenta omnia in germinibus aut pomis tenerrimis transversim sectis tantum discernuntur, postea dimidia illorum pars evanescit; semina 1—2 aut 3 adolescunt, reliqua abortiunt et loculamenta fere obliterantur" l. c. p. 17, observ. 1), annehmen lässt. Bei *Achras Caimito*, von der ich Blüthen aus dem Herb. Pavon und vollständig damit übereinstimmende der von Martius in Gärten um Pará gesammelten Pflanze untersuchen konnte, sieht der Fruchtknoten nach Hinwegnahme der langen, sehr ungleich 2-armigen Borstenhaare in der That wie 8-fächerig aus, da sich nicht bloss zwischen den Fächern, sondern auch auf dem Rücken jedes Faches eine Furche findet, und an einem tief geführten Querschnitte können die Milchsaftschläuche in den Scheidewänden, unter Umständen wohl als Spuren verschwundener Fächer missdeutet werden. Somit reducirt sich die Zahl der Fruchtfächer bei *Lucuma bifera* auf 5, und eine gelegentliche Verminderung derselben auf 4, wie sie DC. beobachtet hat, oder eine Erhöhung auf 6, wie sie in der Flora bras. VII, p. 69 (aber ohne nähere Bezeichnung der betreffenden Grundlage) angegeben wird, erscheint für eine Sapotacee als nichts Aussergewöhnliches.

Mit *Lucuma bifera* Mol. (incl. *L. turbinata* Mol., einer nur einmal im Jahre fructificirenden Form) ist zweifellos die oben (p. 296) rücksichtlich der anatomischen Beschaffenheit ihrer Samen näher betrachtete *Lucuma Valparadisaea* Mol. (mit der die gleiche Pflanze darstellenden *Lucuma splendens* A. DC.) in dieselbe Gattung zu stellen, unter Ausschluss des von Molina unrichtig hieher bezogenen

Namens *Bellota* und der damit bezeichneten Pflanze, d. i. *Laurus Bellota* Miers = *Bellota Miersii* Gay = *Boldu chilanum* Nees t. Meisner in DC. Prodr. XV, 1, p. 67 = *Cryptocarya* sp. Benth. Hook. Gen. III, p. 151.

Auf diese beiden Arten, welche sogar schon zu einer Art (von Hook. & Arn. in Journ. Bot. I, 1834, p. 282) zusammengefasst worden sind, erscheint vor der Hand die Gattung *Lucuma* beschränkt. Sie mögen, wie die Gattung selbst im Folgenden kurz charakterisirt sein:

Lucuma Mol. (Juss.) emend.: Flores 5- (interdum 4-) meri; calyx 5-partitus, lobis imbricatis, extus adpresse villosis; corolla (expansa) calyce duplo longior, ad medium 5-partita; staminodia 5 (alternipetala); stamina 5 (epipetala); germen 5- (rarissime 4-, 6-) loculare; stylus corolla longior, subulatus; stigma brevissime 5-lobum; semina ellipsoideo-globosa, hilo lato ovali, apice omphalodio notato, exalbuminosa; embryonis radicula infera, cotyledones crassae, oleoso-carnosae. — Arbores peruano-chilanae; folia sparsa vel bina, terna approximata; flores axillares subfasciculati.

1) *Lucuma bifera* Mol. emend.: Folia sparsa, subobovata, glabra; pedicelli axillares solitarii, gemini, terniive, petiolo dimidio breviores; flores majores (magnitudine illos *Achradis Sapotae* aequantes); fructus edulis. — In Peruvia per totum fere annum florens; culta in hortis chilensibus bis in anno floret. Vulgo *Lucuma*. — *Lucuma bifera* Molina, 1782; A. DC. in Prodr. VIII, 1844, p. 173; Filippi in Bot. Zeit. 1864, Beilage, p. 12; *Achras Lucuma* R. & P. Fl. peruv. III, 1802, p. 17, tab. 239; Pers. Synops. I, 1805, p. 235; Molina Ed. II, 1810, p. 282; (?) *Lucuma obovata* Kunth in Humb. Bonpl. K. Nov. Gen. et Sp. III, 1818, Fol., p. 189; Gay Flor. chil. IV, 1849, p. 377; *Lucuma obovata* Kunth *var. β Ruizii* A. DC. in Prodr. VIII, 1844, p. 172.

Forma *turbinata*: Culta in hortis chilensibus, semel in anno floret. — *Lucuma turbinata* Molina, 1782; A. DC. l. c. cf. Filippi l. c. Huc forsan observ. in Fl. per. III, p. 18 de arboribus poma parva, ovata, acuta absque seminibus proferentibus.

2) *Lucuma Valparadisaea* Mol. emend.: Folia suboppposita vel subternato-verticillata, elliptica, subtus sericeo-pilosa; pedicelli fasciculati, petiolum aequantes; flores minores; fructus amarus. — In Chile: Vulgo *Lucuma*. — *Lucuma Valparadisaea* Molina, 1782, excl. nom. vulg. *Bellota* (cf. supra p. 313, 314); A. DC. l. c. p. 172; Gay l. c. p. 376; Filippi l. c. p. 12; *Lucuma splendens* A. DC. l. c. p. 171.

Dass die von Molina noch weiter zu *Lucuma* gerechneten Pflanzen nicht hieher gehören, dafür mögen die Angaben Anderer angeführt sein.

Für *Bellota* ist das schon im Vorausgehenden geschehen.

Lucuma spinosa Mol., mit dem Vulgärnamen *Chagnar*, welche in DC. Prodr. noch unter *Lucuma*, aber mit dem Beisatze verosimiliter excludenda aufgeführt ist, wird von Filippi a. a. O. auf die in Gay Flora chilena II, 1846, p. 218 als neu beschriebene Leguminose *Gourliea chilensis* (Filippi schreibt p. 12 und 20 *Gourliea chilensis* Clos) bezogen.

Lucuma Keule Mol., mit dem Vulgärnamen *Keule* oder *Queule*, gewöhnlich als identisch angesehen mit der von Ruiz & Pav. unter Beifügung des eben erwähnten Vulgärnamens *Queule* aufgestellten *Gomortega nitida*, deren Name von Persoon ohne ausreichenden Grund in *Adenostemum nitidum* umgewandelt wurde (vergl. darüber Pers. Synops. I, 1805, p 467 und die Anmerkung in Ruiz & Pav. Prodr. Ed. II, 1797, p. 52), ist als Synonym dieser bis vor Kurzem zu den Laurineen gerechneten, nach Benth. Hook. Gen. III, p. 149, 150 aber als gänzlich zweifelhaft anzusehenden, auf heterogene Dinge basirten und hinsichtlich

der Frucht vielleicht zu den Euphorbiaceen zu rechnenden Pflanze, wie von Persoon, so auch von A. DC. in Prodr. VIII, p. 173 aufgeführt, während Gay in Flor. chil. V, 1849, p. 303 zu *Adenostemum nitidum* Pers. zwar den Vulgärnamen *Queule* („und *Hual-hual*"), nicht mehr aber das Synonym von Molina anführt, und Meisner dasselbe in DC. Prodr. XV, 1, 1864, p. 68 sogar ausdrücklich ausschliesst. Molina selbst hat seine Pflanze später als *Keulia chilensis* bezeichnet (Edit. II, 1810, p. 159 und 288, welche Stelle Benth. & Hook. l. c. vergeblich — nach dem Citate von Nees — gesucht zu haben berichten), und in dieser Form wird sie in Filippi's Commentar l. c., 1864, p. 12 abermal mit *Adenostemum nitidum* Pers., und zwar mit dessen Beschreibung bei Gay in Verbindung gebracht.

Was nun die von Jussieu schon zu *Lucuma* gezogene *Achras mammosa* L. betrifft, welche zunächst von Gärtner fil., dann von allen folgenden Autoren *Lucuma mammosa* genannt wurde, so veranlasste dieselbe alsbald eine derartige Verschiebung in der Auffassung der Gattung *Lucuma*, dass sie gewissermassen als die Hauptart der Gattung angesehen und zur Grundlage einer Sectio „*Eulucuma*" gemacht wurde, während die eben besprochenen peruanisch-chilenischen Arten gleichsam in den Anhang der Gattung, unter die zweifelhaften Arten zurücktraten. Und doch herrschten gerade hinsichtlich dessen, was unter *Achras mammosa* L. zu verstehen sei, die mannigfachsten Zweifel und Unklarheiten, wie aus den verschiedenartigen Auffassungen hervorgeht, welche dieselbe bei den Autoren gefunden hat, und von denen gleich weiter die Rede sein soll.

Schon Linné selbst hat bei der Aufstellung der Art unter dem Namen *Achras mammosa* in Spec. Plant. Ed. II,

1762, p. 469 Unzusammengehöriges zusammengefasst, später aber in Syst. Veg Ed. XII, 1767, p. 251 und in Mant. II, 1771, p. 368 eine für die Auffassung seiner Art wesentliche Ausscheidung getroffen. Aus dieser, wie aus dem von Linné gewählten Artbeinamen „*mammosa*" ist deutlich zu erkennen, dass er jene Pflanze im Auge gehabt habe, welche an den von ihm definitiv auf die Pflanze bezogenen Stellen von Plukenet (Almag., 1696, p. 39, tab. 268, fig. 2), Sloane (Hist. Jam. II, 1725, p. 124, tab. 218), Browne (Hist. Jam., 1756, p. 201, n. 5), und Jacquin (Stirp. Americ. Hist., 1763, p. 56, t. 182, f. 19) *Mammee-Sapote* oder *Mamei-Sapote* genannt ist. Ausser diesen Stellen ist von den ursprünglich angeführten auch noch Rajus Hist. II, 1688, p. 1800, n. 9 als hieher gehörig zu betrachten und Clusius Exot., 1605, Lib. II, p. 56 c. ic. (excl. monente Jacquinio obs. de Balsamo peruano), an welch' letzterer Stelle schon des weiter unten noch zu erwähnenden angenehmen Geruches und Geschmackes der Samenkerne gedacht ist, welcher zu der Bezeichnung *Pain d'épice* geführt zu haben scheint.

Die wichtigste von diesen Stellen, welche offenbar auch die von Linné durchgeführte Verbesserung seiner ursprünglichen Angaben veranlasst hat, ist die von Jacquin (1763), welcher eine Abbildung von Blatt und Blüthe der Pflanze gibt und sich auf die zunächst belangreiche Stelle von Sloane mit Abbildung eines fruchttragenden Zweiges und eines Samens, sowie auf Plukenet und Browne bezieht, ohne aber eine unzweifelhaft auch hieher gehörige Angabe in seiner Enumeratio Plant. Carib., 1760, p. 15: „*Sideroxylum Sapota;* inerme, calycibus decaphyllis; ♄; Sloane Jam. t. 218" zu berücksichtigen, was Linné wieder veranlasst zu haben scheint, das ursprünglich gegebene Citat dieser Stelle unnöthigerweise zu entfernen (Syst. XII l. c.), ja sogar unrichtigerweise und wohl nur wegen des darin

enthaltenen Namens *Sapota* zu *Achras Sapota* zu transferiren (Mant. II l. c.), wohin es entschieden nicht gehört.

Die Stellen von Jacquin und Sloane scheinen sich in der That auf ein und dieselbe Pflanze zu beziehen, und ist in denselben (von einer unbeholfenen Darstellung der rauhen, vielleicht auch faltigen oder rissigen Fruchtoberfläche abgesehen) nichts enthalten, was sich zu widersprechen schiene. Jacquin, welcher auch in der Editio picta eine mir unbekannt gebliebene Darstellung der Pflanze gibt, hat Linné's Namen *Achras mammosa* in der Edit. Manhemens., 1788, angenommen. Aus seiner Darstellung mögen des Folgenden halber die wesentlichsten Punkte hervorgehoben sein. Es ist das der 10-blättrige Kelch, das 5-fächerige Pericarp, der mit sehr angenehmem, starkem Geruche nach bitteren Mandeln versehene Samenkern und die unter den Blättern an den nackten Zweigen oft auf grosse Strecken hin sehr dicht stehenden Blüthenstiele.

Eine Pflanze mit den von Jacquin, namentlich für den Kelch, angegebenen charakteristischen Eigenschaften ist von Kunth nach einem von Bonpland um Havannah gesammelten Fruchtexemplare als *Lucuma Bonplandi* beschrieben und in der Flora bras. VII, tab. 25 nach wahrscheinlich von Poeppig gesammelten Blüthenexemplaren abgebildet worden, und manche Autoren, wie Grisebach (Cat. Pl. Cub., 1866, p. 165), beziehen demnach diese Materialien, und wohl mit Recht, aufeinander und vindiciren der dadurch repräsentirten Pflanze den aus der Linné'schen Bezeichnung hervorgegangenen Namen *Lucuma mammosa*, und ich schliesse mich, indem ich dem oben (p. 298) Gesagten gemäss diesen Namen in *Vitellaria mammosa* umändere und die Pflanze als den einzigen Repräsentanten der (nach den De Candolle'schen Nomenclaturregeln, § 63) aus *Eulucuma* hervorgehenden Section *Aneulucuma* der Gattung *Vitellaria* betrachte, dieser Ansicht an. Ueber die auf

diese Pflanze nicht passende Angabe Linné's: „Flores solitarii" darf wohl hinweggesehen werden. Linné scheint die Pflanze nicht gesehen zu haben. Dass er ihr, wie seiner *Achras Sapota* „flores solitarii" zuschreibt, erklärt sich wohl aus dem Bestreben, für diese beiden Arten einen prägnanten Unterschied gegenüber seiner dritten Art von *Achras*, *A. salicifolia*, d. i. *Dipholis salicifolia* mit fasciculirten Blüthen hervorzuheben, wofür die bildlichen Darstellungen dieser 3 Pflanzen bei Sloane l. c. t. 218, 230 und 206 fig. 2 den Anhaltspunkt gegeben zu haben scheinen. Nach diesen Abbildungen ist aber immerhin ein beträchtlicher Unterschied vorhanden zwischen dem, was Linné das einemal mit Recht, das anderemal mit Unrecht „flores solitarii" genannt hat.

Andere Autoren, wie Miquel und Martius in der Flora bras. l. c. halten sich dagegen an die Abbildung der Samen bei Sloane und der damit übereinstimmenden bei Gärtner fil., welcher nur eine isolirte Frucht vor sich hatte und das, was er über die Blüthe der Pflanze beibringt, lediglich in einem von Jussieu entlehnten, also auf die peruanisch-chilenischen, ächten Lucumen sich beziehenden, etwas erweiterten Gattungscharakter ausdrückt, und identificiren damit die von Martius selbst gesammelten Samen einer Pflanze, welche, aus den Antillen stammend, in Brasilien cultivirt wird, und welche sie ihrerseits *Lucuma mammosa* nennen, die aber einen 4-gliedrigen Kelch und eine 6-gliedrige Krone besitzt und deshalb einer anderen Section der bisherigen Gattung *Lucuma* — der Section *Antholucuma* — angehört, und für welche Grisebach (l. c.) seinerseits deshalb einen anderen Namen „*Lucuma Gärtneri* seu *L. mammosa* Gärtn. sec. Miq." in Anwendung bringt, obwohl in keiner Weise eine Vergewisserung darüber erlangt ist, ob nicht die von Gärtner fil. abgebildeten Theile zu der Jacquin-Bonpland'schen Pflanze gehören und von

Miquel und Martius nur, weil auch andere Arten solche Samen besitzen, auf eine solche andere in Brasilien cultivirte Art bezogen worden sind. Der Beiname „*Gärtneri*" erscheint deshalb für diese Pflanze nicht wohl annehmbar, und mag eine besondere Bezeichnung für dieselbe überhaupt als überflüssig erscheinen, da sie wohl zweifellos mit einer der übrigen antillanischen Arten aus der Section *Antholucuma* identisch und deshalb wie diese als *Vitellaria multiflora* — *pauciflora* — *Serpentaria* — *Valenzuelana* (s. die betreffenden unter *Lucuma* aufgeführten Arten in DC. Prodr. l. c. und Griseb. Cat. pl. Cub. l. c.) zu bezeichnen sein wird. Uebrigens mögen die in der Flora bras. VII, tab. 23 abgebildeten Samen, von welchen ein Theil aus Brasilien, der andere aus Martinique ist, sogar zwei Arten angehören, da die einen (die aus Martinique nach Miquel's Angabe) kleiner und mit einer vorspringenden Rippe auf dem Rücken versehen sind, welche den grösseren, in der untersten Reihe dargestellten zu fehlen scheint. Mir vorliegende Exemplare aus den Antillen (von Crudy gesammelt), welche Miquel eigenhändig als *Lucuma mammosa* bezeichnet hat, und welche auf alle seine Angaben wohl passen, abgesehen von der vielleicht von anderen Exemplaren hergenommenen über Sechsfächerigkeit des Fruchtknotens, stimmen vollkommen überein mit der Beschreibung von *Lucuma multiflora* A. DC. = *Vitellaria multiflora* m. und unterscheiden sich durch weniger starke Behaarung der Zweigspitzen, minder zahlreiche Seitennerven des Blattes, ungleich lange Kelchblätter, von denen die äusseren, nur in der Mitte behaarten, meist um ein Drittel kürzer sind als die kahlen inneren, und nur 4-fächerigen Fruchtknoten von Wullschlaegel n. 915, Santa Crux Berge, Manchester, Jamaica, welche Grisebach in Fl. Brit. W. Ind. Isl. zu *L. multiflora* A. DC. gerechnet hat, während sie wohl zu *L. pauciflora* A. DC. = *Vitellaria pauciflora* m. gehört. Ausser in den ange-

gebenen Stücken ist die Wullschlaegel'sche Pflanze von der Crudy'schen noch dadurch verschieden, dass bei ihr nicht bloss die äusseren Kelchblätter, und zwar vollständig, sondern auch die inneren in der Mitte der Aussenseite behaart sind.

Wieder andere, wie A. De Candolle, beziehen, wofür eben die Zulässigkeit besprochen worden ist, die Abbildung von Gärtner fil. (aber was unzulässig ist, sammt dessen Gattungsbeschreibung, welche von Jussieu entlehnt ist, und aus welcher die von Ruiz & Pavon, resp. Dombey, herrührende, auf *Lucuma bifera* bezügliche und auch für diese, wie oben gezeigt wurde, unrichtige Bezeichnung der Frucht als 10-fächerig auch in die Beschreibung der abgebildeten Frucht selbst wieder von Gärtner f. hereingezogen erscheint) und mit dieser übereinstimmende Samen der Pariser Sammlung (deren Beschreibung Miquel mit seiner *L. mammosa* in Verbindung bringt) auf die Jacquin'sche Pflanze unter dem Namen *Lucuma mammosa* und lassen dabei *Lucuma Bonplandi* Kunth als eine verwandte Art für sich bestehen. Es ist, wie schon erwähnt, kein zwingender Grund vorhanden, das was A. DC. von den schon besprochenen Stücken vereinigen zu müssen glaubte, zu trennen, wie es in der Flora bras. und bezüglich der Angaben von Gärtner fil. auch von Grisebach geschehen ist. Es erscheint vielmehr angemessen, wie oben unter *Vitellaria mammosa* m. schon geschehen ist, auch *Lucuma Bonplandi* noch hinzuzuziehen Etwas anderes freilich ist es wohl mit den noch weiter von DC. hieher gerechneten Dingen, namentlich mit der Humboldt'schen Pflanze vom Orinoco, in welcher, obwohl nur Blätter von derselben vorhanden waren, Kunth in Humb. Bonpl. K. Nov. Gen. etc. III, 1818, Fol., p. 188 unter dem Namen *Lucuma mammosa* die Jacquin'sche Pflanze und in vollständig kritikloser Häufung von Citaten auch die oben (p. 299) zu *Chrysophyllum* gerechnete

Lucuma mammosa J. Gärtn. II, p. 104 sehen zu sollen glaubte. Von dieser Pflanze Kunth's mag hier abgesehen sein.

Endlich ist noch eine Darstellung von Tussac, Fl. d. Antilles III, 1824, p. 29, t. 6 zu erwähnen, welche eine Frucht und Samen, wie sie den Beschreibungen der *Mammee-Sapote* vollständig entsprechen, auf derselben Tafel mit einem blühenden Zweige zusammenstellt, der Blüthen einer *Bassia* trägt, das Ganze als „*Achras mammosa* Linnaei, *Bassia* Jussiaei" überschrieben, aus welch' letzteren Worten Grisebach im Cat. Pl. Cub. p. 164 im Anschlusse an seine *Bassia albescens* (wie auch schon in der Fl. Brit. West. Ind. Isl. p. 402 unter n. 22) eine „von den Autoren bisher vernachlässigte *Bassia Jussiaei* Tuss." macht, während Tussac damit nach seiner ausdrücklichen Erklärung (p. 31) nur auf die ihm selbst nicht entgangene nahe Beziehung des von ihm Dargestellten zur Gattung *Bassia* hindeuten wollte, welche Gattung er, statt Linné (resp Koenig in Linn. Mant. II, 1771, App. p. 555 und 563), irrthümlich Jussieu zuschreibt (in dessen Gen. Plant. ihr übrigens das Autorzeichen „L." nicht fehlt) und deren Namen er wegen *Bassia* Allioni in Misc. phil.-math. Taurin. III, 1766, p. 177, t. 4, f. 2 (= *Salsola murcicata* Linn. Mant., 1767, p. 54 n. 13, Mant. II, 1771, p. 512 = *Echinopsilon muricatus* Moq.-Tand. in Ann. Sc. n., sér. 2, II, 1834, p. 127 & DC. Prodr. XIII, 2, 1849, p. 134 = *Chenolea* Thunb. sp. sec. Benth. Hook. Gen. III = *Kochiae* Sect. *Bassia* c. sp. *Kochia muricata* Boiss. Fl. or. IV, 1879, p. 925) als nicht einmal annehmbar erklärt — und zwar mit Recht das, sobald man nicht, wie Linné in Mant. II, p. 512, *Bassia* Allioni als eine Art von *Salsola* aufrecht erhält, in welchem Falle für jene Chenopodieen-Gattung, welche diese Pflanze einzuschliessen hat, sei das nun *Echinopsilon* Moq.-Tand. (1834), oder *Chenolea* Thunb. (1810), oder *Kochia* Schrad. (1800), die ältere Benennung *Bassia* Allion. (1766)

wieder herzustellen ist, während für die Sapotaceen-Gattung *Bassia* Linn. (resp. Koenig, 1771) eine andere Bezeichnung zu wählen ist, mag das nun *Dasyaulus* Thw. sein oder eine der älteren, aber bisher nur mit mehr oder weniger Unsicherheit auf *Bassia L.* bezogenen Bezeichnungen von Hasskarl und Blanco — *Kakosmanthus*, *Keratophorus*, *Azaola*, *Palaquium* — deren Anrecht und Vorrecht erst näher zu bestimmen wäre.

Die Darstellung von Tussac ist von A. DC. (hier wie an anderen Stellen und, wie es scheint, absichtlich) übergangen, in der Flora bras. aber unter *L. mammosa* sammt der wohl auf *Vitellaria Rivicoa* m. (*Lucuma R.* Gärtn.) zu beziehenden Abbildung einer „*Achras mammosa*" von Descourtilz Fl. méd. d. Ant. II, 1822, t. 104 als „ad alias spectans Sapotaceas" bezeichnet, von Grisebach, wie vorhin erwähnt, als eine besondere Art von *Bassia* aufgefasst, diese aber in Benth. Hook. Gen. bei Besprechung der *Bassia albescens* Griseb. ignorirt worden. Sie scheint mir aus einer vielleicht erst in Paris geschehenen Confundirung der Blüthen einer *Bassia* mit der Frucht einer *Vitellaria* (vielleicht der *V. mammosa* m., wie aus der Uebereinstimmung von Tussac's Angaben über die Verwendung der Samen statt Pfirsichkernen zur Liqueur-Fabrication mit Jacquin's oben erwähnter Angabe über den starken Geruch der Samenkerne nach bitteren Mandeln sich zu ergeben scheint) hervorgegangen und mag damit verlassen sein. Nur sei noch bemerkt, dass die Darstellung der Blüthe bei Tussac, die er aber in Vol. IV, p. 56 bereits wieder vergessen hat, indem er der Pflanze hier 5 Staubgefässe zuschreibt, zunächst auf *Bassia longifolia* L. hinzudeuten scheint, bei der ich an Exemplaren von Rottler aus Tranquelar 8 Kronenlappen und 16 in 2 Reihen geordnete Staubgefässe finde, nur dass die Staubgefässe der unteren Reihe (wie es Lamarck Illustr. Gen. t. 398 wenig-

die eine Hälfte der Krone richtig dargestellt hat), ler oberen, wie Tussac zeichnet, vor den Kronen- ehen, und dass die Antheren nicht behaart sind, auch nicht 3-zähnig an der Spitze, wie in DC. gegeben ist. Sehr wohl passt zu meiner Auf- ie Angabe von Tussac, dass in Malabar die er Pflanze (wie auch von Lam. Encycl. III, p. 235 wird) genossen und in's Wasser gethan werden, einen angenehme Geschmack zu geben.

mehreren Theilen dieser verschiedenen Auffassungen der ihnen zu Grunde liegenden Darstellungen leuchtet, hier das Belangreiche ist, eine sehr innige Verwandt- ft der in die Sectionen *Eulucuma*, *Antholucuma* und eingereihten Arten der bisherigen Gattung *Lucuma* r und eine so grosse Aehnlichkeit der Samen dieser wächse in ihrer äusseren Erscheinung, dass ich nicht fehl zu greifen denke, wenn ich, wie oben (p. 298) geschehen, für alle die Anwesenheit des bei einem gefundenen spär- lichen Albumen voraussetze und sie deshalb sämmtlich in eine von den eigentlichen Lucumen abgetrennte Gattung zusammenfasse, auf welche der Gattungsname *Vitellaria* Gärtn. fil. ausgedehnt sein mag. Dieser Ausdehnung ent- spricht die für mehrere dieser Arten berichtete populäre Bezeichnung *Jaxe* (Flor. bras.) s. Aublet, Gärtn. f., Poiret in Lam. Encycl. VII, Descourtilz, Tussac, DC. Prodr. Fl. bras. II. ecl. Der von mir untersuchte Same (aus der Havannah) entspricht zunächst der in der Flor. bras. VII. tab. [illegible] in der unteren Reihe zusammengestellten Zeich- nungen. Die von der Testa abgetrennte Endopleura des- selben ist nicht der hohl gewölbten Oberfläche des Albumen angeschmiegt. Die Cotyledonen sind ungleich gross, der kleinere halb seitlich, halb rückständig, so dass die Berührungsfläche beider der [illegible] Halbirungsebene des Samens [illegible] Winkel von [illegible] schneidet. Die Gestalt der

Samen und das ganz verschiedene Massenverhältniss zwischen Albumen und Embryo lassen eine Wiedervereinigung mit *Achras* nicht angemessen erscheinen. Der mehrgliedrige Kelch von *Vitellaria mammosa* findet ein Analogon in der Gattung *Dipholis*, bei *D. montana*, um von Sapotaceen, welche eine minder weit gehende Vermehrung der Kelchtheile zeigen (*V. procera* m.) oder welche für sich besondere Gattungen bilden (*Omphalocarpum*) abzusehen.

Die Charakteristik der Gattung *Vitellaria* Gärtn. fil. reform. mag kurz folgendermassen zusammengefasst sein:

Vitellaria Gärtn. f. reform.: Calyx 4—12-merus, imbricatus; corolla 5—6-fida, calyce subduplo longior; staminodia (alternipetala, non semper omnia evoluta) staminaque (epipetala) tot quot lobi corollae; germen 5—10-loculare; stylus corollam superans, post anthesin elongatus; stigma obtusum; semina plus minus navicularia, latere ventrali planiusculo hilum latum apice et basi angustatum sub apice omphalodio instructum exhibente, endopleura a testa denique soluta albumini parcissimo arcte applicita; embryonis radicula infera, cotyledones crassae, oleoso-carnosae, inaequales, minore (saepius) subdorsali. — Arbores antillanae et in terris circa mare caribaeum indigenae; folia ad apices ramorum conferta, saepissime cuneata, pinnatinervia, laxius reticulato-venosa; flores majores, axillares, vel saepius supra cicatrices foliorum delapsorum plus minus dense fasciculati.

Die in die Sectionen *Aneulucuma* (*Eulucuma* A. DC.), *Antholucuma* und *Rivicoa* nach deren bisheriger Abgrenzung zu vertheilenden Arten sind, so viel die vorliegenden Angaben beurtheilen lassen, und abgesehen von allzu zweifelhaften Arten, folgende:

Sect. 1 *Aneulucuma*: *V. mammosa* (*Achras m.* L. sec. emendat. in Syst. XII et Mant. II, incl. synon. Clus., Raj., Pluk., Sloan., Brown., Jacq.; *Lucuma m.* autor. plur. partim vel tota, cf. supra; *Lucuma Bonplandi* Kunth).

Sect. 2 *Antholucuma*: *V. multiflora* (*Lucuma m.* A. DC.), *Serpentaria* (*Lucuma S.* Kunth), *pauciflora* (*Lucuma p.* A. DC., ? *Achras vitellina* Tussac Fl. d. Ant. IV, p. 55, tab. 19) und *Valenzuelana* (*Lucuma V.* Rich.) aus den Antillen; von den in Mexico, Guiana und Brasilien einheimischen Arten scheinen der Section *Antholucuma* mit ziemlicher Sicherheit zuweisbar die mit dem gleichen Speciesbeinamen bisher unter *Lucuma* in DC. Prodr. VIII und Fl. bras. VII aufgeführten Arten: *Vitellaria littoralis*, *remusa*, *marginata* und *curvifolia*, nur fragweise aber *grandiflora*, *Casaretti* und *sphaerocarpa*; der

Sect. 3 *Rivicoa* erscheinen ebenso mit mehr oder weniger Sicherheit zuweisbar: *V. nervosa*, *Rivicoa*, *paradoxa*, *pulverulenta*, *retusa*, *procera* und *glabrescens*.

Der Rest der einigermassen sicher bekannten Arten von *Lucuma* autor. ist der, welcher bei A. DC. die Section *Guapeba* bildet und unter dem Namen *Pouteria* Aubl. meiner Meinung nach eine besondere Gattung zu bilden hat (s. oben p. 299).

Ein Blick auf die Interpretationsversuche von *Pouteria* Aubl. wird deren Hieherbeziehung rechtfertigen.

Die richtige Auffassung von *Pouteria guianensis* Aubl. Pl. guian. I, 1775, p. 85 & 86, t. 33, welche Swartz in der Flor. Ind. occ., I, 1797, p. 263 mit seiner im Prodr. 1788, p. 32 aufgestellten Gattung *Labatia* in Verbindung bringen zu müssen geglaubt hat — eine Verbindung, welche in DC. Prodr. VIII, 1844, aufrecht erhalten ist, während sie in Martius Nov. Gen. II, 1826, p. 70, in dessen Abhandlung über *Labatia* und *Pouteria* in den Sitzungsber. d. Münchener Akad. I, 1861, p. 571 und in der Flor. bras. VII, 1863, gelöst erscheint — ist bekanntlich dadurch sehr erschwert

gewesen, dass Aublet, ähnlich wie z. B. auch bei *Matayba guianensis*, die Frucht einer anderen Pflanze irrthümlicher Weise in die Beschreibung und Abbildung hereingezogen hat. Den Anstoss zur Klärung dieses Verhältnisses scheint die Pflanze aus der Provinz Rio de Janeiro gegeben zu haben, von der A. DC. unter *Pouteria guianensis*, Prodr. VIII, 1844, p. 164 anführt, dass sie ihm von Martius unter dieser Bezeichnung gesendet worden sei, ihrer dreiklappigen Kapselfrucht halber aber nicht zu den Sapotaceen gehören könne. Es ist das ohne Zweifel dieselbe Pflanze, welche Martius ursprünglich auch im Herb. Monac. als *Pouteria guianensis* bezeichnet, später aber, nachdem ihr von Miquel gelegentlich der Bearbeitung der Sapotaceen für die Flor. bras. (1856) die Bemerkung „Non est Sapotacea" etc. beigefügt worden war, als eine Art der nunmehr mit *Sloanea* vereinigten Gattung *Dasynema* Schott bestimmt hat, und bei welcher ausnahmsweise auch dreiklappige Früchte, wie sie A. DC. erwähnt, neben vierklappigen vorkommen. Ganz richtig hat nun Martius in seiner Abhandlung über *Labatia* und *Pouteria* in den Sitzungsber. d. Münchener Akademie, 1861, unterschieden zwischen Theilen der *Pouteria guianensis* Aubl., welche sich auf *Dasynema*, resp. *Sloanea*, und solchen, welche sich auf eine Sapotacee beziehen lassen; doch ging er in ersterer Hinsicht offenbar zu weit, indem er auch den blühenden Zweig in Aublet's Abbildung mit Ausnahme der einen Blüthe zur Linken auf *Dasynema* bezogen wissen wollte, und das wurde in der Flora bras VII, 1863, p. 77 verbessert, woselbst in der Synonymie von *Lucuma psammophila var. β xestophylla* (aus der Section *Guapeba*) und einer darauf bezüglichen Observ. II *Pouteria guianensis* Aubl. mit alleiniger Ausnahme der zu *Dasynema* zu rechnenden Frucht als zu den Sapotaceen gehörig, und zwar als eine mit der genannten *Lucuma* übereinstimmende und in die Synonymie derselben

einzubeziehende Pflanze bezeichnet wird. Dieser Auffassung von *Pouteria guianensis* Aubl. hat Grisebach im Cat. Pl. Cub., 1866, beigepflichtet und darnach auch die in der Flor. Brit. W. Ind., 1859—64, p. 402 von ihm als *Pouteria guianensis* bezeichnete Pflanze als eine der „*Sloanea guianensis* Aubl." sehr ähnliche Art erkannt (wobei ich es dahin gestellt sein lassen muss, ob Grisebach die *Sloanea guianensis* Benth. in Journ. Linn. Soc. V, 1861, Suppl. p. 69 c. syn. *Ablania guianensis* Aubl. p. 585, t. 234 gemeint habe oder die *Sloanea sinemarensis* Aubl. p. 535, t. 212, von denen übrigens die eine so wenig als die andere an das Habitusbild von *Pouteria guianensis* Aubl. erinnert). Ebenso wird auch in Benth. Hook. Gen. die Frucht von *Pouteria guianensis* Aubl. auf Sloanea, wenn auch mit einem hier wohl zu tilgenden Fragezeichen, bezogen, und bestätiget, dass zu *Sloanea* sicherlich die *Pouteria guianensis* Griseb. Fl. Brit. W. Ind. p. 402 gehöre, „welche der Autor selbst zuerst als *Sloanea Purdiaei* bezeichnet, dann aber — ob jedoch mit Recht? — in der Fl. Brit. W. Ind. p. 99 in der *Sloanea sinemarensis* Aubl. eingeschlossen hat" (nach welcher Bemerkung es schwer verständlich erscheint, wie die p. 99 nach Fruchtexemplaren beschriebene und in der richtigen Gattung untergebrachte Pflanze auf p. 402, und zwar hier ebenfalls nach Fruchtexemplaren, auch als *Pouteria guianensis* von Grisebach bezeichnet werden konnte).

Es mag mir, ehe ich zu dem anderen Theile von Aublet's *Pouteria guianensis* übergehe und die kaum mehr anzuzweifelnde, eben berichtete Deutung der von ihm abgebildeten Frucht verlasse, gestattet sein, hinzuzufügen, dass auch eine in der Sammlung von Hostmann & Kappler aus Surinam unter n. 412 mit der Bezeichnung „Sapotacea ex Miq." edirte Pflanze zu Sloanea gehört, und zwar nach Benth. in Journ. Linn. Soc. l. c. zu *Sloanea parviflora* Planch. ed. Benth., und dass die von A. DC. erwähnte

Pouteria guianensis Mart. aus Rio de Janeiro eine noch nicht beschriebene Art zu sein scheint, welche hiemit als *Sloanea* (*Dasynema*) *pulverulenta* bezeichnet und folgendermassen kurz charakterisirt sein mag:

Sloanea pulverulenta, sp. n.: Folia subopposita, lanceolato-oblonga, brevius longiusve acuminata, acumine obtuso vel acutiusculo, membranaceo-chartacea, subtus in nervis petiolique ramulique pulverulento-puberula nec nisi in axillis nervorum subtus pilosa, breviter petiolata, petiolis 2—10 mm longis; flores —; capsula (3-) 4-valvis, 2 cm longa, processubus setiformibus 3 mm longis rigidis hirsutis obducta. — In sylvis montis Corcovado provinciae Rio de Janeiro legit Martius. — Die Pflanze ist, was ihr Verhalten zu den nächst verwandten, besonders den in Journ. Linn. Soc. V, 1861, Suppl. p. 69, 70 aufgezählten Arten betrifft, durch die steifen Fruchtborsten verschieden von *S. riparia* Planch. ed. Benth. (*Dasynema r.* Gardn.), durch die dünneren und breiteren Blätter von *S. ochrocarpa m.* (*Dasynema o.* Mart.), durch die Art der Behaarung von *S. monosperma* Vell. nach der, wie mir dünkt, richtigen Auffassung von Martius, welcher darin (Sitzungsber. der Münchener Akad. I, 1861, p. 572) *Dasynema hirsutum* Schott und nicht wie Bentham *Dasynema ochrocarpum* Mart. erblickt, von *S. pubescens* m. endlich (d. i. *Dasynema pubescens* Schott, nicht die aus *Dasynema pubescens* Poepp. & Endl. hervorgegangene *S. pubescens* Benth., für welche der Name *S. Egensis* passend erscheinen mag) durch die kurzen Blattstiele, rücksichtlich deren sie mit der vorausgehenden Art vollkommen übereinstimmt. Ob nicht in einzelnen dieser Arten blosse Formen anderer vorliegen, mag dahin gestellt sein.

Was nun den sicher zu den Sapotaceen zu rechnenden Theil von *Pouteria guianensis* Aubl. betrifft, d. h. die unter diesem Namen von Aublet beschriebene und abgebildete Pflanze mit Ausschluss der irrig beigefügten Frucht,

so scheint es mir, dass die Deutung in der Flora bras. dem wirklichen Sachverhalte allerdings sehr nahe komme, demselben aber doch nicht vollkommen entspreche.

An der Zeichnung von Aublet fällt die beträchtlichere, ungefähr 6 mm betragende Länge der Blüthenstiele gegenüber dem kaum 3 mm langen Fruchtstiele von *Lucuma psammophila var. β xestophylla* auf Tafel 37 der Flora bras. in die Augen und lässt es fraglich erscheinen, ob die letztere Art, so sehr sie auch, wie ebendort p. 77 hervorgehoben ist, durch die Länge der Blattstiele von den übrigen Arten der Section *Guapeba* sich unterscheidet und dadurch der *Pouteria guianensis* nahe rückt, schlechthin mit letzterer identificirt werden dürfe, zumal es immer gewagt erscheint, zweifelhafte Pflanzen aus Guiana in solchen aus der Provinz Rio de Janeiro, welcher die *Lucuma psammophila* sammt ihrer Varietät angehört, wieder finden zu wollen.

Zwar wird in der Fl. bras., wodurch das letztere Bedenken abgeschwächt werden könnte, auch eine Pflanze aus der Provinz do Alto Amazonas, von Spix um Tabatinga gesammelt, zu *Lucuma psammophila var. β xestophylla* gerechnet, von deren Frucht und Same schon oben die Rede war (p. 296 und Anmerk. 17); aber es geschieht das namentlich ihres beträchtlich längeren Fruchtstieles halber doch nur mit grossem Bedenken, und ich für meine Person hege keinen Zweifel, dass in dieser Pflanze eine besondere Art zu sehen sei, die ich im Folgenden unter dem Namen *Pouteria amazonica* kurz charakterisiren werde. Auch diese Art übrigens scheint mir, da ihre Blattstiele nicht über 2 cm hinausgehen und das Venennetz ihrer Blätter viel engmaschiger erscheint als es bei Aublet dargestellt ist, trotz der Annäherung in geographischer Hinsicht nicht mit der Aublet'schen Pflanze als identisch betrachtet werden zu können.

Dagegen liegen mir der *Pouteria amazonica* selbst wieder ausserordentlich ähnliche und nur durch diese grosse Aehn-

lichkeit bestimmbar gewordene Fragmente — Blatt und Frucht — einer Pflanze von Sieber, welcher bekanntlich vorzugsweise in Pará gesammelt hat, vor, bei welcher vollständige Uebereinstimmung in der Länge des Blüthen- resp. Fruchtstieles, sowie des Blattstieles mit der Zeichnung von Aublet vorhanden ist, wie nicht minder in der Grösse und Gestalt des Blattes und in der Beschaffenheit des Venennetzes. Diese Fragmente scheinen mir mit aller nur wünschenswerthen Bestimmtheit auf *Pouteria guianensis* Aubl. bezogen werden zu können und vermitteln somit die Deutung dieser als einer Art der bisherigen Section *Guapeba*. Dass diese Fragmente nicht etwa zweierlei Pflanzen angehören, dagegen spricht, dass aus dem Zustande des Blattes deutlich zu ersehen ist, es sei vor dem Trocknen zusammengefaltet und der Frucht enge angepresst in derselben Umhüllung mit dieser versendet worden. Dasselbe ist von den Blättern der *Pouteria amazonica* ausser durch die längeren Blattstiele und das weitmaschigere Venennetz auch noch dadurch verschieden, dass es unterseits längs des Mittelnerven und der Seitennerven mit zweiarmigen braunen Haaren locker besetzt ist, was mit Aublet's Bezeichnung des Blattes als kahl im allgemeinen nicht in Widerspruch steht. Die Frucht, von deren anatomischer Beschaffenheit schon oben die Rede war (p. 279), ist in Grösse und Gestalt sehr ähnlich der von *Lucuma psammophila var. β xestophylla* (Fl. bras. tab. 37). Sie ist gelbbraun von Farbe, an der Basis noch mit einzelnen zweiarmigen Haaren besetzt, auf der einen Seite ziemlich glatt, auf der anderen mit kleinen Querrissen der Oberhaut und unter diesen, wie noch mehr in der Umgebung der einen kurzen Mucro bildenden Griffelbasis, von Korkgewebe bedeckt, welches an der letzteren Stelle schuppig ist, so dass sich darauf vollkommen das anwenden lässt, was Kunth für seine *Lucuma obovata* angibt: „Pericarpium apice annulo squamoso coronatum.“ An ihrer Basis sind die auseinander-

gezerrten Reste von 4 Kelchblättern zu sehen, deren innere in der Mittellinie, deren äussere durchaus mit zweiarmigen Haaren besetzt sind. Das Pericarp ist 1,5—2 mm dick, innen mit 4 ungleich vertheilten erhabenen Linien als Resten der früher vorhanden gewesenen Scheidewände besetzt. Die Scheidewände selbst sind zerstört, theils durch Insectenfraß, theils in Folge früher vorgenommener Durchsägung der Frucht der Quere nach. Die herausgenommenen Samen sind leider verloren gegangen. Trotz all seiner Mangelhaftigkeit ist dieses Material, wie mir scheint, für die Wiedererkennung von *Pouteria* Aublet von grossem Werthe, und wenn irgend eine Art der Section *Guapeba*, zu welcher die fragmentarische Pflanze nach der grossen Annäherung an die nur in der Beschaffenheit des von einem Pilze ganz durchwucherten Pericarpes erheblicher abweichenden Pflanze von Spix unzweifelhaft gehört, so ist es diese Art, welche, soweit die Vergleichung überhaupt möglich, alle nur wünschenswerthe Uebereinstimmung mit der Darstellung von Aublet zeigt.

Unter den der Gattung *Pouteria* nach dem gegenwärtigen Stande unserer Kenntnisse zuzuweisenden Arten zeichnet sich angeblich die als *Achras Caimito* von Ruiz & Pavon, als *Lucuma Caimito* von Röm. & Sch. (Syst. Veg. IV, 1819, p. 701) aufgeführte Pflanze mit essbarer Frucht, um deren willen sie auch in Brasilien unter dem Namen *Abiu* (nach Martius) cultivirt wird, vor allen anderen Arten und überhaupt vor allen Sapotaceen mit lang gestreckten Nabel, so viele deren bis jetzt bekannt geworden sind, dadurch aus, dass die Nabelgrube — die Eintrittsstelle der Gefässe in den Samen — an der Basis des Nabels gelegen sein soll, ähnlich also wie bei den Sapotaceen mit kurzen Nabel der Nabel selbst. Sollte sich diese Angabe, bezüglich deren ich schon oben (p. 273, Anmerk. 2) einen Zweifel auszusprechen Veranlassung gefunden habe, bestätigen, so würde es wohl angemessen sein, der Pflanze eine besondere

Stellung zuzuweisen und aus ihr eine besondere Section zu bilden.

Die Charakteristik und der Inhalt der Gattung *Pouteria* mag kurz dargelegt sein, wie folgt:

Pouteria Aubl. emend. (fruct. excl.): Calyx 4-merus, biseriatim imbricatus; corolla 4-loba; staminodia (alternipetala) 4; stamina (epipetala) 4; germen (plerumque) 4-loculare; stylus corolla denique longior; stigma obtusum vel sublobatum; semina oblonga, saepius compressiuscula, hilo plerumque angustiore elongato, apice vel (in 1 specie) basi omphalodio instructo, exalbuminosa; embryonis radicula infera, cotyledones crassae, (siccae) subcorneae, amylo (nec non tannino laticeque) foetae. — Arbores vel frutices Americae meridionalis; folia varia; flores minores, fasciculati, saepius breviter pedicellati.

P. guianensis Aubl. (fruct. excl.), *amazonica, crassifolia, ochrosperma, rigida, torta, ramiflora, chrysophylloides, Gardneriana, psammophila, nitida, lucens, gomphiaefolia, Caimito, laurifolia, lasiocarpa, glomerata, parviflora, lactescens* (*Pometia l.* Vell., *Lucuma glycyphloea* Mart. & Eichl.), *lateriflora, salicifolia* (*Roussea s.* Spreng., *Lucuma Sellowii* A. DC.), *neriifolia.*

Die aufgezählten Arten sind, wo nicht durch Beisetzung des Autors oder betreffender Synonyme anderes angedeutet ist, unter den gleichen Speciesbeinamen der Gattung *Lucuma* aut. eingereiht gewesen (s. DC. Prodr. VIII, Fl. bras. VII) mit Ausnahme der zweiten, dritten und vierten Art, welche im Folgenden nach dem vorliegenden fragmentarischen Materiale kurz zu charakterisiren sind:

Pouteria amazonica, sp. n.: Rami teretes, glabri, apice pruina obducti, cortice cinereo utriculis laticiferis foeto; folia oblonga, petiolo 2-centimetrali adjecto 16—18 cm longa, 4 – 4,5 cm lata, breviter acuminata, in petiolum abruptius attenuata, penninervia, nervis lateralibus nec non

mediano supra planis, subtus prominentibus, tenuius reticulato-venosa, glabra, coriaceo-chartacea, (sicca) atro-fusca; petioli triangulares, supra plani, glabri; flores —; fructus baccaceus, stipiti 12-millimetrali insidens, breviter ellipsoideus, (siccus) 3,5 cm longus, 2,5 cm latus, styli basi breviter apiculatus, pericarpio fusco, subglabro, 2—3 mm crasso, utriculis laticiferis numerosis, concretionibus sclerenchymaticis vero nullis foeto, endocarpio semini unico arcte adhaerente; semen ellipsoideum, a lateribus compressiusculum, spadiceum, nitidum, hilo sat lato apice omphalodio instructo; embryonis radicula brevissima, infera, cotyledones laterales, magnae, crassae, atro-fuscae, subcorneae, amyligerae nec non tannino laticeque foetae. — In Brasiliae provincia do Alto Amazonas prope Tabatinga legit Spix. — *Lucumae psammophilae var. β. xestophyllae* addicta fuit in Flor. bras. VII, p. 77, obs. I. Cf. supra p. 296 et 330.

Pouteria crassifolia, sp. n.: Rami teretes, glabri nec nisi in gemma terminali pilis bibrachiatis obsiti, cortice flavido-cinerascente utriculis laticiferis foeto; folia lanceolato-oblonga petiolo 12—15 millimetrali adjecto 12—15 cm longa, 3—5 cm lata, breviter acuminata vel obtusa retusaque, basi acuta in petiolum abrupte contracta, margine revoluta et subundulata, nervo mediano valido supra sulcato-impresso, subtus carinato-prominente nervisque lateralibus numerosis oblique patulis subtilibus supra vix visibilibus subtus perpaulum prominulis nec non reti venarum subtilissimo instructa, rigide coriacea, supra glaberrima, nitida, subtus opaca pilisque adpressis bibrachiatis denique deciduis adspersa, (sicca) badia; flores —; fructus (cujus fragmenta tantum suppetebant) sufferugineus, glabratus, opacus, pericarpio tenui, utriculis laticiferis nec non concretionibus sclerenchymaticis foeto; semen pallide subfuscum, nitidum, hilo angustiore, testa tenui fragili; embryonis radicula brevissima, cotyledones 13 mm longae, 9 mm latae, crassae,

atro-fuscae, subcorneae, amyligerae nec non tannino laticeque foetae. — In terra amazonica Brasiliae legit Martius. — Cf. supra p. 297.

Pouteria ochrosperma, sp. n.: — — Fructus globosus, diametro $1^1/_2 - 2$ pollicaris, flavus, vertice rugosus, lactescens, monospermus (Mart. in scheda); semen (quod solum suppetebat) ovoideo-ellipsoideum, 32 mm longum, 22 mm a ventre ad dorsum, 20 mm ab uno latere ad alterum latum, ventre planiusculum, dorso quodammodo compressiusculum, pallide subfuscum, fere ochraceum, opacum, hilo ad medium 12 mm lato apice et basi angustato pallidiore a summo apice omphalodio instructo usque ad imam basin in latere ventrali obductum, circa hilum linea elevata undulata nitida fusca circumscriptum, testa lignoso-crustacea, fere 1 mm crassa, intus fasciculis vasorum notata nec non endopleura tenui adnata obducta; embryonis radicula brevissima, cotyledones laterales, magnae, crassae, extus atro-fuscae, intus pallidae, subcorneae, amyligerae nec non tannino laticeque foetae. — In terra amazonica Brasiliae legit Martius; Incolis *Abiu-rana*, i. e. *Caimito* spuria (Mart. in Sitzungsber. Münch. Acad. I, 1861, p. 577, adnot.). — Cf. supra p. 297. — Die Wiedererkennung dieser Art dürfte durch die schon Martius aufgefallene, matte, nicht wie sonst glänzende Oberfläche der Samen wesentlich erleichtert sein. Der Mangel des Glanzes ist dadurch bedingt, dass die Oberflächenzellen der Samen von ungleicher Beschaffenheit, zum Theile sehr dünnwandig, und nicht in einer Ebene gelegen sind. Viele derselben enthalten je ein den grössten Theil ihres Innenraumes ausfüllendes kugeliges Amylumkorn.

Zusatz 4. Ueber *Bumelia* Sw. sei Folgendes bemerkt.

Swartz hat bei Aufstellung der Gattung *Bumelia*, der er 8 Arten zuwies, weder auf die spärliche Entwicklung des Eiweisses, dessen er überhaupt keine Erwähnung macht,

noch, obgleich es nach dem von ihm in Schreber Gen. Plant. II, 1791, p. 795, n. 1736 gegebenen Gattungscharakter so scheinen könnte, auf die dreitheiligen Kronenlappen — also auf keines der heut zu Tage als wesentlich für die Gattung geltenden Momente — ein besonderes Gewicht gelegt, sondern auf die Beschaffenheit der von ihm als „Drupa monosperma" (nur bei *B. montana* als „saepe disperma") bezeichneten Frucht. Es erhellt das einerseits aus einer Bemerkung über seine *B. pallida* (in Adnot. bot., ed. Wickström, 1829, p. 22), für welche er das Fehlen seitlicher Kronenlappensegmente als kein Hinderniss gegen ihre Einreihung bei *Bumelia* erklärt; andererseits aus dem Character essentialis in den Observ. bot., 1791, und aus der Bemerkung zu seiner *B. rotundifolia* (für welche er dreitheilige Kronenlappen beschreibt), dass er bei dem Fehlen der Frucht aus dem „Habitus etc." urtheile, die Pflanze gehöre zu *Bumelia*; eine ähnliche Bemerkung fügt er seiner *B. cuneata* bei (Flor. Ind. occ. I, 1897, p. 495, 496). Es braucht deshalb nicht Wunder zu nehmen, wenn Swartz Unzusammengehöriges unter *Bumelia* vereiniget hat, so dass seine Arten eine Vertheilung in 3 Gattungen: *Bumelia*, *Dipholis* und *Sideroxylon* später erfahren haben.

Nur für die Interpretation von 3 seiner Arten scheinen übrigens nach den betreffenden Angaben in der Literatur (s. A. De Cand. l. c. unter *Dipholis* und unter *Bumelia montana*, ferner Grisebach Flor. Brit. W. Ind. Isl. unter *Sideroxylon mastichodendron*) den späteren Autoren Originalexemplare von Swartz vorgelegen zu haben. Da das Münchener Herbar diese und einige weitere Originalien von Swartz, seiner Zeit an Schreber mitgetheilt, besitzt, so mag es angemessen sein, hier über die Anschauungen zu berichten, welche aus der Vergleichung derselben mit den Angaben von Swartz über den von diesem der Gattung *Bumelia* gegebenen Inhalt sich gewinnen liessen.

Die 8 von Swartz in der Flora Ind. occ. aufgeführten Arten sind (in etwas veränderter Reihenfolge aufgezählt) folgende: *Bumelia nigra, montana, salicifolia, retusa, rotundifolia, pallida, pentagona, cuneata.*

Getheilte Blumenkronenlappen beschreibt Swartz für die ersten 5 dieser Arten, welche mir, mit Ausnahme von *B. rotundifolia*, in Originalien vorliegen.

Die ersten 3 sind theils von A. De Candolle (l. c.) theils von Grisebach (l. c.), da sie reichliches Eiweiss wie die Arten von *Sideroxylon* besitzen, in eine besondere Gattung *Dipholis* übertragen worden, und das erscheint in der That gerechtfertiget.

Zu *Dipholis salicifolia* A. DC. mit dem Synonyme *Sideroxylon salicifolium* Gärtner fil. t. 202 gehört, wie schon A. DC. (unter *B. nigra*) vermuthungsweise und mit grösserer Bestimmtheit Grisebach (l. c.) aussprach, den mir vorliegenden Originalien gemäss sicher auch *Bumelia nigra* Bertero Herb. Die Pflanze wird von Asa Gray (Fl. North-America, II, 1878, p. 67) auch für Florida angeführt und liegt mir auch aus diesem Gebiete in einem richtig bestimmten Exemplare von Curtiss, n. 1760, vor.

Dipholis montana Griseb., welche der Blattgestalt nach sich zwischen *D salicifolia* und *nigra* einschiebt, liegt mir ausser von Swartz auch in Blüthen- und Fruchtexemplaren von Wullschlaegel n. 913 (Fairfield, Jamaica; arbor mediocris) vor, an denen die Beschaffenheit des Eiweisses und Embryo (wie oben berichtet) sich sehr nahe mit der von *Sideroxylon mastichodendron* übereinstimmend erwies.

Dipholis nigra Griseb. nähert sich in der Blattgestalt, wie schon Grisebach richtig hervorhob, sehr dem eben genannten *Sideroxylon mastichodendron*, so dass die Gattung *Dipholis* nach dem Habitus und der Eiweissbeschaffenheit ebensosehr an *Sideroxylon* herangerückt erscheint, wie durch die Beschaffenheit der Krone und den schmächtigeren Griffel

an *Bumelia*. Den Blättern fehlt übrigens stets die eigenthümliche, oft 4—5 mm tiefe, röhrenförmige Tasche, welche bei *Sideroxylon mastichodendron* fast an jedem Blatte durch Näherung und bald mehr bald minder vollständige Verwachsung der in den Blattstiel sich herabziehenden Ränder der Blattspreite an der Vorderseite des oberen Blattstielendes auftritt. Die Rinde der trockenen Zweige ist faltiger, die Abgrenzung des letzten, beblätterten Triebes gegen den vorausgehenden Theil der Zweige eine minder scharfe als bei *Sideroxylon mastichodendron*. Zu *Dipholis nigra* kann ohne Anstand die ohne Bezugnahme auf Swartz nach Materialien von Poiteau aus S. Domingo gegebene Abbildung der Frucht von *Sideroxylon nigrum* Gärtn. f. t. 202 gerechnet werden, wie das bei Grisebach mit Bestimmtheit, bei DC. (l. c. p. 186 und 193) fragweise bereits geschehen ist. Aus der Sammlung von Wullschlaegel gehört hieher n. 912 (Fairfield, Jamaica; arbor excelsa), an welcher Pflanze übrigens durch spitzer Werden des Blattgrundes schon eine Annäherung an *Dipholis montana* zu bemerken ist.

Was *Bumelia retusa* und *rotundifolia* betrifft, von welchen mir die letztere gar nicht, die erstere lediglich in einem Originale von Swartz vorliegt, so kann hier die Bemerkung genügen, dass diese beiden Arten allein aus der Zahl der von Swartz seiner Gattung *Bumelia* zugewiesenen ihr zu verbleiben scheinen, wie aus dem Folgenden des weiteren sich ergeben wird. Die Blätter der *B. retusa* werden von Swartz als „subtus . . . ferrugineo-punctata" bezeichnet. Das kann, nach der mir vorliegenden Pflanze, höchstens auf ein ungleichmässiges Abfallen des die jüngeren Blätter unterseits bedeckenden rostbraunen Haarüberzuges bezogen werden.

Bumelia pallida, die letzte der in Swartz'schen Originalien mir vorliegenden Pflanzen, für welche Swartz das Fehlen seitlicher Kronenlappensegmente direct hervor-

gehoben hat, ist schon längst und mit vollem Rechte zu *Sideroxylon* übertragen worden, als *S. pallidum* Spreng., welches in neuerer Zeit selbst wieder, wie es scheint mit Recht, zu *Sideroxylon mastichodendron* Jacq. gezogen worden ist (Griseb. l. c., Gray l. c.).

Für die noch übrigen beiden Arten, *Bumelia pentagona* und *B. cuneata*, hat Swartz eine Theilung der Kronenlappen weder angegeben noch direct negirt, und so kommt es, dass die einen Autoren sie als vorhanden, die anderen als fehlend sich denken und demgemäss diesen Arten eine Stellung bald in dieser, bald in jener Gattung anweisen. Beide Arten finden sich bei A. De Candolle in der Gattung *Sideroxylon* aufgeführt, die eine als *S. cuneatum* unmittelbar hinter *S. mastichodendron*, die andere als *S. pentagonum* unter den „Species minus notae." Grisebach (l. c.) dagegen zieht *B. pentagona* als Synonym zu *Dipholis salicifolia* („a form with few-flowered fascicles"), während er die andere Art als *Bumelia cuneata* aufrecht erhält und dahin, unter Hinzuziehung von *Bumelia myrsinifolia* A. DC., besonders eine Pflanze von Wullschlaegel aus Antigua rechnet, welche einem mir vorliegenden Exemplare gemäss Wullschlaegel selbst mit der Bestimmung *Bumelia cuneata* Sw. versehen und unter n. 326 edirt hat. A. Gray (Flor. North-America, II, 1878, p. 68) bringt weiter hieher noch eine Pflanze aus Florida, *Bumelia angustifolia* Nuttall, für welche er eine Verschiedenheit in der Gestalt der Früchte (fruit oblong-oval) gegenüber der von Grisebach gemeinten Pflanze („berry obovoid-globose") hervorhebt, und zieht fragweise auch *Bumelia parvifolia* A. DC. hieher.

Ich kann über die beiden Pflanzen von Swartz selbst etwas Positives leider nicht beibringen und muss mich darauf beschränken, hervorzuheben, dass nach den betreffenden Angaben von Swartz über die Beschaffenheit des Griffels

B. pentagona, für welche Swartz in seinem Prodromus (1788, p. 50) die Insel S. Vincent, in der Flor. Ind. occ. I (1797, p. 494) aber Dominica als Vaterland und Du Ponthieu als Sammler bezeichnet, kaum als eine Art von *Sideroxylon*, *B. cuneata* aber, welche im Prodromus gar nicht, in der Flor. Ind. occ. als Bewohnerin Jamaica's und anderer Theile Westindiens aufgeführt wird, kaum als eine Art von *Bumelia* angesehen werden kann. Den Griffel von *B. pentagona* bezeichnet Swartz, wie bei *B. retusa* und *rotundifolia* als die Krone überragend, den von *B. cuneata* (was theilweise auch in seine Umschreibung der Gattung Eingang gefunden hat) als kurz und dick. So kann man nun gerade den Griffel von *Sideroxylon*, d. h. der hier in Vergleich kommenden westindischen Arten nennen (wie Swartz selbst auch für sein hieher gehöriges, in einem Originale mir vorliegendes *Chrysophyllum rugosum*, d. i. *Sideroxylon rugosum* Röm. & Sch., den Griffel als stylus brevis bezeichnet hat), nicht aber den schon ursprünglich schlanken, nach der Befruchtung sich noch verlängernden und dann geradezu fadenförmig erscheinenden Griffel von *Bumelia*.

Mit einem solchen fadenförmigen Griffel, welcher der noch unreifen, obovaten, 5 mm langen Frucht an Länge fast gleichkommt, ist die oben erwähnte Pflanze von Wullschlaegel aus Antigua n. 326 ausgestattet, welche Grisebach richtig mit *Bumelia myrsinifolia* A. DC. in Verbindung gebracht haben mag, in welcher aber die Swartz'sche *Bumelia cuneata* („stylo brevi crasso") wohl nicht zu erblicken ist.

Sicher verschieden ferner ist wieder von dieser *Bumelia myrsinifolia*, d. h. von Wullschlaegel n. 326, die damit wie eben vorhin erwähnt, unter dem Namen *Bumelia cuneata* von A. Gray in Verbindung gebrachte Pflanze aus Florida, soweit ich aus mir vorliegenden Exemplaren (des Berliner

Herbares) von Cabanis aus Key West, welche ganz und gar mit der Beschreibung von A. Gray übereinstimmen, ersehen kann. Sie sind nicht bloss durch die oblonge (gleichfalls mit langem, fadenförmigem Griffel versehene) Frucht, sondern auch durch die gestrecktere Gestalt der Blätter und deren gröberes, weitmaschiges Venennetz etc. deutlich davon unterschieden und wohl unter dem Namen von Nuttall, *Bumelia angustifolia*, deren Abbildung mir aber zu vergleichen leider versagt ist, als besondere Art zu betrachten. Etwas von all diesen Pflanzen wohl Verschiedenes und vollständig eigenartig ist endlich die von A. Gray fragweise noch angezogene *Bumelia parvifolia* A. DC., welche mir in einem mit De Candolle's Angaben nach Beschaffenheit und Herkunft vollständig übereinstimmenden Exemplare (von Bertero) vorliegt.

Zusatz 5. Was die Arten von *Mimusops* betrifft, welchen die nach der obigen Mittheilung (p. 303) untersuchten zweierlei Samen angehören dürften, so mag hier Folgendes bemerkt sein.

Die einen dieser Samen, von Schleiden unter dem Namen *Mimusops Balata* mitgetheilt und meines Wissens von Crüger aus Trinidad übersendet, stimmen vollständig mit der Abbildung der Samen von *Mimusops globosa* Gärtn. f. tab. 205 überein, zu welcher auch bei Grisebach (Fl. Brit. W. Ind. Isl. p. 400) eine *Mimusops Balata* Crüger als Synonym citirt wird.

Die anderen entsprechen ihrer Form nach eben so vollständig der Abbildung von *Mimusops Balata* Gärtn. f. t. 205 (mit dem fragweise beigefügten Synonyme *Achras Balata* Aubl.), welche Grisebach mit *Mimusops Kauki* L. unter Hinzuziehung von *Mimusops dissecta* Hook. Bot. Mag. t. 3157 identificirt. Ob das richtig sei, mag dahin gestellt sein, zumal Grisebach 6-gliedrige Blüthen be-

schreibt, *Mimusops Kauki* aber von De Candolle in die Section *Quaternaria* mit 4-, resp. 8-gliedrigen Blüthen gerechnet wird, wobei allerdings nicht zu übersehen, dass 6- und 8-gliedrige Blüthen zuweilen an derselben Pflanze vorkommen, wie Wight (Ic. Plant. tab. 1587 und Illustr. II, p. 144) für *Mimusops indica* und andere Arten anführt und zeichnet.

Hinzufügen will ich, dass ich ganz eben solche Samen, wie die letzt erwähnten, in einer Frucht aus der Sammlung Sieber's fand, welche von einer um Rio de Janeiro cultivirten Pflanze stammt, dort *Abricot* genannt wird und die Gestalt einer kleinen sogenannten Mandarinen-Orange besitzt, mit Resten eines 8-gliedrigen Kelches an ihrer Basis. Sie ist von Martius eigenhändig als *Mimusops dissecta* Spreng. (*Achras d.* Forster) bezeichnet und liegt wohl dessen (die eben berichteten Sieber'schen Angaben wiederholenden) Bemerkung über die Frucht von *M. dissecta* in Hb. Flor. bras. p. 180 zu Grunde („calycibus suboctofidis" etc.). Da aber *Mimusops dissecta* nach einem Forster'schen Originale aus Tongatabu in die Section *Ternaria* (mit 6-gliedrigem Kelche) gehört, so ist die in Rede stehende Frucht nebst den eben erwähnten Bemerkungen wohl kaum auf *M. dissecta* Spreng. zu beziehen (von der auch in der Flora bras. VII keinerlei Erwähnung mehr geschieht, weder bei der Aufzählung der Arten, noch in dem von Martius selbst noch mitunterzeichneten Abschnitte über den Nutzen der Sapotaceen). Fraglich aber bleibt es vor der Hand, welcher Art sie angehöre. Ich finde ähnliche, niedergedrückt kugelige, resp. kuchenförmige Früchte (ausser für *Imbricaria*, deren Samen aber von anderer Gestalt sind) nur für *M. Roxburghiana* Wight (s. Wight Ic. t. 1588, Wight Illustr. II. tab. 148, b und Brandis Forest Flora. 1874, p. 293) und auch in der Grösse sich nähernde für *M. littoralis* Kurz (s. Kurz Forest. Fl. Brit. Burma II, 1877, p. 123).

welche derselbe früher für *M. indica* angesehen hatte, angeführt. Ob etwa auch die Früchte sonst einsamiger Arten (und selbst der anscheinend nur der Section *Ternaria* angehörenden americanischen Arten) durch Cultur ähnliche Beschaffenheit gewinnen können, ist nicht bekannt.

Zu *Mimusops dissecta* Spreng. (Syst. Veg. II, 1825, oder wie A. DC. und Griseb. schreiben *M. d.* R. Br., da schon Rob. Brown im Prodr. Nov. Holl., 1810, p. 536 die Zugehörigkeit von *Achras dissecta* Forst. zu *Mimusops* erkannt hat, ohne aber den Namen der Species direct festzustellen) wird von Grisebach *Mimusops Sieberi* A. DC. (*Achras mammosa* — non Linn. — Sieb. Fl. Martinic. n. 33) übertragen. Es erscheint mir das nach den mir vorliegenden Originalien, von denen das Sieber'sche durch einen harzigen, stellenweise in Schülferchen sich ablösenden Ueberzug auf der Unterseite der jüngeren Blätter und der Aussenseite der äusseren Kelchblätter, sowie durch eine mehr längsfaltige Rinde ausgezeichnet ist, kaum gerechtfertiget; jedenfalls aber eher das, als die Beziehung der Sieber'schen Pflanze auf *Mimusops hexandra* Roxb. bei Martius in Hb. Fl. bras. p. 180. *M. dissecta* Spr. und *M. Sieberi* A. DC. haben die nach unten scharf keilförmig verschmälerten Blätter mit länglichen Maschen ihres Venennetzes gemein. *M. hexandra* weicht nach beiden Beziehungen ab.

Ihrerseits wieder unzweifelhaft von der Sieber'schen Pflanze verschieden ist ferner die von A. Gray (Fl. North-America, II, 1878, p. 69) unter dem Namen *M. Sieberi* beschriebene Pflanze aus Florida, welche mir in einem von Curtiss unter eben dieser Bezeichnung und n. 1766 edirten Exemplare vorliegt, welches (abgesehen von dem Fehlen „vierzölliger" Blätter) sehr gut zu Gray's Beschreibung passt. Dasselbe ist deutlich durch die nach unten fast gar nicht verjüngten und an beiden Enden abge-

ndete ovalen Blätter, sowie durch das Fehlen jeder rzabscheidung auf dem Blatte und dem aussen dicht rostbraun filzigen Kelche von der Sieber'schen Pflanze mit obovat-cuneaten Blättern verschieden und mag als selbständige Art unter Rücksichtnahme auf das von A. Gray beigesetzte Synonym *Achras Zapotilla var. parviflora* Nuttall als *Mimusops parviflora* hier bezeichnet sein.

Sitzung vom 6. Mai 1882.

Herr Vogel trägt vor:

„Ueber Ameisensäure."

Es kann als entschieden betrachtet werden, dass die in den Giftorganen der Brennstacheln niederer Thiere nachgewiesene Ameisensäure darin als freie Säure auftritt; dagegen ist es wahrscheinlich, dass die in den Geweben, im Pancreas, der Thymusdrüse, in den Muskeln, im Gehirn gefundene Ameisensäure an Salzbasen gebunden ist. In den Haaren vieler Raupen, besonders aus der Familie der Pelzspinner, wie die Prozessionsraupe, grosse Schwammraupe u. a. ist von Will concentrirte Ameisensäure auf das Bestimmteste nachgewiesen worden, von welcher die Reizung auf die Epidermis herrührt.

Nach Leunis[1]) dringen diese Raupenhaare, welche wahrscheinlich nach Willkür abgeschüttelt werden können, leicht in die Haut ein, besonders an feuchten Stellen derselben und verursachen brennendes Jucken und heftige Entzündung. Nach vorliegenden Beobachtungen erhält sich die reizende Eigenschaft der Haare, welche Ameisensäure eingeschlossen enthalten, sogar nach dem Absterben der Raupe. Hiefür

---

1) Synopsis der Naturgeschichte des Thierreichs. 1860.

würde auch die Mittheilung sprechen,[1]) dass Besucher der Raupensammlung des Naturforschers Reaumür von einem Exantheme am Halse befallen worden. „Manche haarige Raupen machen Jucken und Brennen auf der Haut, wenn man sie berührt und oft selbst Röthe und Geschwulst. Es rührt diess von feinen Härchen her, die auch, wenn sie in der Luft herumschweben, ähnliche Zufälle erregen. Mehrere Frauen, welche das Raupenmagazin des Naturforschers Reaumür besuchten, erhielten einen Ausschlag am Halse." Nicht minder stimmt hiemit meine Beobachtung überein, dass die Haare durch Kälte getödteter Raupen die Eigenschaft der Reizung noch bewahrt hatten. Es waren zu dem Ende Fichtenraupen in eine Glasröhre gebracht und dieselbe durch Einstellen in eine Kältemischung auf 20° C. abgekühlt worden.

Nach Oken[2]) besitzt die gesellige Fichtenraupe in besonders hohem Grade die Eigenschaft, auf der Epidermis Reizzustände hervorzubringen. „Man bekömmt Jucken im Gesicht, wenn man sie nur eine Zeitlang in der Nähe ansieht." Diess hängt wohl damit zusammen, dass die kleinen wahrscheinlich abgebrochenen Haare in der Atmosphäre wolkenähnlich herumschweben, in die Haut dringen, sobald sie darauffallen und dadurch ein Brennen wie Nesseln veranlassen. Hierher gehört auch die Warnung zur Vorsicht bei Untersuchung der Raupennester (a. a. O.). „Zerrt und reibt man viel daran, so spürt man bald zwischen den Fingern und oft an den Augen ein heftiges Jucken, worauf eine Entzündung erfolgt und ein Triefen der Augen. Die Haare, welche in dem Gespinnste der Raupen stecken, sind so fein, dass sie herumfliegen, wenn man die Nester mit einem Stocke zerreisst und Ausschläge auf der Haut verur-

1) J. C. Leuchs: Haus- und Fabrikschatz. Nürnberg 1862. S. 368.
2) Allgemeine Naturgeschichte. B. V. S. 1160.

sachen." Ehe sich aber die Raupen eingesponnen ist nach Oken nichts von der Behandlung der Nester zu fürchten.

Meines Wissens war Cadet der Erste, welcher zur Untersuchung der abgelegten Häute einiger Raupen und Larven, mehrerer Lepidoteren u. a. aufgefordert hat,[1]) indem er bereits ohne wohl von der Ameisensäure Kenntniss gehabt zu haben die hiedurch hervorgebrachte Reizung der Epidermis zum ersten Male nicht ausschliesslich mechanischem Einflusse, sondern der Wirkung eines in den Haaren enthaltenen „reizenden Prinzipes" in richtiger Annahme zuschreiben zu dürfen glaubte. „Die chemische Analyse dieser Raupen ist sehr zu wünschen, um das scharfe und reizende Prinzip, welches diesen Thieren gemeinschaftlich sein könnte, untersuchen zu können und um sie nach ihren mehr oder weniger ausgezeichneten Wirkungen auf das Hautorgan zu ordnen."

Aber nicht nur im Thierreiche, auch im vegetabilen Reiche kömmt, wie man weiss, Ameisensäure vor und hier wahrscheinlich im freien Zustande, da man sie aus den Brennnesseln und aus den Fichtennadeln durch Destillation mit Wasser darstellen kann. Vor einiger Zeit habe ich auf ein gegenwärtig im Handel vorkommendes Präparat, von Negretia pruriens herrührend, aufmerksam gemacht.[2]) Dasselbe besteht aus einem Pulver, dem Ansehen nach braune Haare, welches in die Haut eingerieben, heftiges Brennen und Jucken veranlasst. Gleichzeitig entsteht ein pustelartiger Hautausschlag, der indess bald wieder von selbst oder durch Behandeln mit Glycerinsalbe verschwindet. Die Pflanzengattung, von welcher dieses Pulver abstammt, wird in den meisten Pflanzencatalogen als Topf- und Warmhauspflanze aufgeführt unter verschiedenen Bezeichnungen: Ne-

---

1) Trommsdorf's Journal. B. XXII S. 147.

2) Oesterr. landw. Wochenblatt 1881. Nr. 11.

gretia seu Dolichos pruriens, dann unter den Namen: Mucuna pruriens, auch Stizolobium pruriens (englisch Common Cow-itch, Stinging Cowitch, französisch Le mucuna irritant, le pois à gratter, deutsch Juckbohne, juckende Fasel, stechende Fasel, Kratzbohne, Kuhkratze). Oken beschreibt die Juckbohne als weithaufendes Kraut oder Strauch; sie kennzeichnet sich durch sehr stechende Borsten an den Hülsen. Er unterscheidet drei Arten, die amerikanische, Negretia urens, deren Hülsen spannenlang, voll brauner Borsten sind, welche bei Berührung leicht abbrechen und heftiges Brennen nebst Blasenziehen hervorbringen. Die Hülsen enthalten drei Bohnen. Früher wurden die Borstenhaare in Amerika mit Melasse als mechanisch wirkendes Wurmmittel angewendet. Die indische Negretia pruriens in Ost- und Westindien; ihre Hülsen sind fingerlang und fingerdick, voll gelber äusserst brennender Haare. Die Hülse enthält sechs bittere schwarze Bohnen mit gelben Strichen oder Flecken. „Man braucht sie zu nichts, als zu dummen Spässen, indem man die feinen Haare von den Hülsen schabt, in Büchsen, Bambus oder Papierdüten aufbewahrt, um sie gelegentlich Jemanden in die Kleider zu blasen oder in das Bett zu streuen, wo sie dann unerträgliches Jucken, Verdruss, oft Streit und Schlägereien verursachen." Endlich die ostindische Negretia gigantea. Die drei bis fünf Bohnen sind fast scheibenförmig und sollen äusserst giftig sein. Die rothgelben Haare der Hülse bewirken heftiges Brennen. Kein Brasilianer badet in einem See, in welchem er die Hülsen solcher Pflanzen bemerkt. Nach diesen Angaben scheint die Kenntniss der Juckbohne in Europa ziemlich neu zu sein. Es ist mir auffallend, dass sanitätspolizeiliche Behörden es noch nicht in Erwägung gezogen haben, „ob diese Brennhaare durch den Handel allgemein zu verbreiten gestattet sein dürfe."

Auf Platinblech erhitzt verbrennen diese Haare unter

Zurücklassung einer weissen Asche ohne den charakteristischen Geruch nach animalischer Substanz zu entwickeln. In einem Proberohr verkohlt zeigen die Destillationsprodukte schwach ammoniakalische Reaktion. Die mikroskopische Untersuchung hat das Pulver speciell als Brennhaare der in Brasilien wachsenden Bohne ergeben, deren Hülse aussen mit zahlreichen Haaren oder Borsten bedeckt ist. Diese Bohnen gehören zur natürlichen Pflanzenordnung der Papilionaceen und zur Gruppe der Phaseolen.

Die ausserordentlichen Reizeffekte, welche diese vegetabilen Haare auf die Epidermis auszuüben im Stande sind, veranlassten mich, dieselben auf einen Gehalt an Ameisensäure zu prüfen. Die Haare auf feuchtem Lakmuspapier zerrieben zeigen nur schwach saure Reaktion, ebenso zeigt verdünnte Lakmustinktur mit den zerkleinerten Haaren behandelt nur schwache Röthung; in etwas grösserer Menge mit Wasser destillirt ergab das Destillat allerdings Spuren von Ameisensäure, aber immerhin nur Spuren. Wenn nun auch diese äusserst geringe Menge Ameisensäure mit zur Reizung der Epidermis beiträgt, so scheint mir in diesem Falle die ungewöhnlich energische Wirkung mehr mechanischer Natur zu sein, da ja auch gesponnenes Glas in gewisser Vertheilung ähnlich wirkt. Die ganz weisse Asche der Brennhaare ist reich an Kieselsäure, und diesem Gehalte hat man schon wiederholt Veranlassung genommen, die Wirkung der Brennnesseln auf die Epidermis in vorwaltendem Grade zuzuschreiben. Die Spitze der Brennnesselbrennhaare ist wegen ihres grossen Kieselsäuregehaltes glasartig spröde; sie dringt daher schon bei leichter Berührung in die Haut ein, bricht ab, die Ameisensäure ergiesst sich in die Wunde und bewirkt das bekannte brennende Gefühl. Aeschert man die Brennhaare ein, zieht aus der Asche durch verdünnte Salzsäure die löslichen Mineralbestandtheile

aus, so bleibt ein Kieselskelett übrig.[1]) Eine ähnliche combinirte Wirkung von Kieselsäure und Ameisensäure dürfte auch hier der Fall sein. Ueber die Quantität der in den Brennnesseln nachgewiesenen Ameisensäure sind mir keine speciellen Angaben bekannt, es ist daher wohl möglich, dass sehr geringe Mengen Ameisensäure schon im Stande sind, heftiges Brennen auf der Haut zu erzeugen, namentlich dann wenn dieselbe durch das Eindringen spröder glasartiger Spitzen verwundet ist. Die in den von mir untersuchten Haaren der Negretia pruriens vorhandene Ameisensäure ist, wie schon bemerkt, äusserst geringfügig und es muss vorläufig dahingestellt bleiben, in welchem Maasse derselben eine einigermassen ausgiebige Mitwirkung bei dem Reize auf die Epidermis zugeschrieben werden dürfe. Jedenfalls müsste für diese Annahme die Ameisensäure im freien concentrirten Zustande enthalten sein. In diesem Zustande gehört sie bekanntlich zu den ätzendsten Materien. Ein Tropfen auf eine weiche Stelle der Haut gebracht verursacht unerträgliche Schmerzen, die Stelle wird weiss, schwillt zu einer Blase an oder zieht sich zu einen Schorf zusammen, wie wenn die Stelle mit einem glühenden Eisen berührt worden wäre.[2])

Die Bildung der Ameisensäure durch Oxydation der Albuminate und Kohlehydrate, durch Einwirkung der Oxalsäure auf Glycerin — vorläufig ein noch nicht völlig aufgeklärter Vorgang — macht die weite Verbreitung dieser Säure im Thier- und Pflanzenorganismus einleuchtend. Abgesehen von ihrem schon erwähnten Vorkommen in den Brennhaaren einiger Thiere und Pflanzen (Urticeen) und von dem Vorkommen in animalischen Sekreten und parenchymatösen Säften ist sie in Mineralquellen, im sogenannten

1) Ebermayer, Chemie der Pflanze 1882. S. 284.
2) Liebig, Handbuch der Chemie. S. 892.

Mineralmoor, im Guano nachgewiesen worden. Im Pflanzenreich ist die Ameisensäure ausser dem schon erwähnten Vorkommen in den Nadeln, in der Rinde, im Holze von Pinus abies (Fam. Abietineae) und in den Urticeen, im Safte von Semper vivum tectorum (Fam. Crassulaceae), von Döbereiner [1]) in den Früchten der Tamarinden und Sapindus Saponaria von Gorup [2]) erkannt worden.

Ich möchte hier noch auf ein wie mir scheint wenig berücksichtigtes Vorkommen der Ameisensäure aufmerksam machen, nämlich auf das Vorkommen der Ameisensäure im Honig. Eine jede Sorte frischen nicht durch Behandeln mit Wasser in der Wärme gereinigten Honigs zeigt saure Reaktion, indem er mit Lakmustinktur vermischt deutlich rothe Färbung ergibt. Die Säure, welche dem Honig die Eigenschaft Lakmus zu röthen ertheilt, mag Ursache sein, dass ein Theil des Honigzuckers in amorphen oder flüssigen Zucker umgewandelt wird. Diese Säure, welche von Trommsdorf als Apfelsäure, von Köhnke als Milchsäure bezeichnet wurde, ist von Martius im Havannahhonig als Ameisensäure erkannt worden.

Nach meinen bisherigen Versuchen ist in jeder nicht gereinigten Honigsorte Ameisensäure vorhanden. Destillirt man Honig mit Wasser, so geht eine saure Flüssigkeit über, welche deutlich salpetersaures Silber reducirt. Indessen ist die saure Reaktion nicht ausschliesslich von der flüchtigen Ameisensäure herrührend. Honig stark erhitzt in einem Proberohre bis zur Bräunung, wobei die Abscheidung der flüchtigen Säure, welches sich durch Rothfärbung eines darüber gehaltenen Lakumspapieres zu erkennen gibt, vor sich geht, reagirt noch deutlich sauer. Hiernach sind also neben der flüchtigen Ameisensäure jedenfalls noch fixe Säuren

---

1) Schweigger's Journal 63. 368.

2) Repertorium der Pharmacie. 4. 29.

vorhanden. Ausser Milch- und Apfelsäure, welche, wie ich gefunden, in keiner von mir bis jetzt untersuchten Honigsorten gänzlich mangelten, habe ich in manchen Fällen, namentlich in älterem Honig, unzweifelhaft Oxalsäure nachweisen können.

Die Säure-Durchschnittsmenge der in verschiedenen von mir untersuchten Honigsorten beträgt nach meinen vorläufigen Bestimmungen 0,1 Proc. Das Vorkommen der Ameisensäure im Honig ist nach meinem Dafürhalten für die Conservirung desselben nicht ohne Bedeutung. Mit Hefe versetzte Traubenzuckerlösung zeigt bekanntlich keine Gährungserscheinungen, wenn derselben vorher eine Spur Ameisensäure zugesetzt ist, auch in einer Atmosphäre von Ameisensäure treten die Gährungserscheinungen nicht ein. Sogar in einer schon in voller Gährung begriffenen Flüssigkeit hört sofort jede Gährungsbewegung auf durch Zusatz eines Tropfens Ameisensäure.

Auffallend ist ferner die Einwirkung der Ameisensäure auf den Keimprozess. Sie verhindert das Keimen vollständig auch in grosser Verdünnung. In einer Luft, die nur sehr wenig Ameisensäure Dämpfe enthält, keimen Samen nicht, erhalten auch ihre Keimfähigkeit in der Folge nicht wieder, wenn sie längst der Einwirkung der Ameisensäure entzogen. Der nachtheilige Einfluss einer Substanz, die so vielfältig in der Natur vorkömmt, auf die Keimung, ist wie mir scheint eine auffallende Thatsache.

Aus dem Gehalte des Honigs an conservirender Ameisensäure erklärt sich eine ältere Erfahrung, dass gereinigter Honig viel schneller in Gährung übergeht und verdirbt, als roher Honig. Diess rührt ganz entschieden von einem Gehalte des Honigs an Ameisensäure einerseits und einem Mangel an dieser Säure andererseits her, da selbstverständlich durch Reinigen der Honig von Ameisensäure befreit wird. Man kann sich von der gährungswidrigen und conservirenden Wirkung der Ameisensäure im Honig sehr ein-

fach überzeugen, wenn man von einer bestimmten Menge Honigs, z. B. von 1 ℔ Honig ½ ℔ einige Zeit kocht, die andere Hälfte aber nicht in dieser Art behandelt. Letztere Hälfte wird Jahre lang sich unverdorben erhalten — ich besitze selbst in einem offenen Gefässe mehrere Jahre hindurch aufbewahrten ganz unveränderten Honig — die gekochte Hälfte dagegen, weil die flüchtige Ameisensäure durch Behandeln in der Siedehitze beseitigt ist, wird bald in Gährung übergehen und verderben.

Die Erfahrung, dass möglichst gut gereinigter Honig, sogenannter Honigsyrup, besonders schnell in Gährung übergeht, gehört wie schon oben bemerkt, einer sehr frühen Zeit an. Bekanntlich bediente man sich während der Zeit der Continentalsperre in Frankreich bei dem übermässig hohen Preise des Colonialzuckers in vielen Haushaltungen des aus dem Honig dargestellten geruch- und farblosen Honigsyrups. Die Vorschrift für die Darstellung des Honigsyrups im Grossen war folgende: Honig 100 ℔, Wasser 20 ℔, Kreide 1½ ℔, Thierkohle 5 ℔, Eiweiss von 20 Eiern, welches mit ⅓ seines Volumens Wasser verdünnt wird. Der Honig wird zuerst mit der angegebenen Menge Kreide und Wasser einige Zeit gekocht, alsdann setzt man die thierische Kohle hinzu und zuletzt das verdünnte Eiweiss. Man lässt das Ganze noch einige Minuten aufkochen und giesst es durch einen Spitzbeutel. Der wasserhelle und geruchlose Syrup wurde sodann als Surrogat für den Rohrzucker im Caffee und Thee angewendet.[1]) Ich habe nach dieser Angabe Honigsyrup von vollkommen neutraler Reaktion, wenigstens im frischen Zustande, dargestellt, welcher farb- und geruchlos alle Eigenschaften des Zuckersyrups besitzt, aber den grossen Nachtheil mit sich führt, sehr bald in Gährung überzugehen. Letzteres kann verhindert

1) Vogel's Lehrbuch der Chemie. B. 2. S. 392.

werden, wenn man dem so bereiteten Syrup geringe Mengen Ameisensäure zusetzt.

Es gereichte mir zur Genugthuung, dass die Resultate meiner hier angeführten Versuche von rein praktischer Seite eine erwünschte Bestätigung erfahren haben. In einer höchst interessanten Notiz des Vereinsvorstandes Herm. Holz: Gutartige und bösartige Bienen, Einfluss des Charakters auf den Honig, Bedeutung des Bienengiftes [1]) theilt der Verfasser mit, dass nach seinen langjährigen Wahrnehmungen der Honig, welcher von sogenannten „boshaften Bienenvölkern" herrührt, besondere Eigenschaften zeigt. Derselbe hatte nämlich stets einen herben, kratzenden Geschmack und ebenso war sein Geruch scharf. Wie kann der Charakter des Bienenvolkes einen Einfluss auf Geruch und Geschmack des von ihm gesammelten Honigs ausüben? Der Verfasser ist auf die allein richtige Antwort auf diese Frage gekommen:

„Wir wissen, dass Bienen, welche gestört werden, sogleich ihren Stachel hervorstrecken, an dessen Spitze ein winzig kleines Tröpfchen zum Vorschein kömmt. Dies Tröpfchen ist das sogenannte Bienengift (Ameisensäure). Hört dann die Störung auf, so zieht die Biene zwar den Stachel wieder zurück, das Tröpfchen Flüssigkeit aber geht nicht wieder mit dem Stachel zurück, sondern wird an den Waben abgestreift und theilt sich früher oder später dem Honig mit. So erklärt sich, dass Honig von solch' erregbaren Bienen schärfer schmecken und riechen muss, als von friedfertigen Bienen. Erregbare Bienen werden viel öfter das Ameisensäuretröpfchen abstreifen; vielleicht bildet sich dasselbe bei ihnen auch grösser, als bei weniger nervösen Bienen, und ihr Honig wird daher viel gehaltreicher an Ameisensäure." In keinem ächten Honig fehlt diese Säure, (wie ich oben schon erwähnt habe) aber das vorhandene

1) Landwirthschaftliche Mittheilungen. Nr. 27.

Quantum ist verschieden. Diese Beimengung ist nicht nur nicht schädlich, sondern sehr zuträglich, ja sogar nothwendig. Die Bienen sind von der Natur mit dem Instinkte ausgestattet, diess zu unterscheiden und sie tragen darum dieses Ameisensäuretröpfchen nicht aus der Wohnung, wie sie es so sorgfältig mit ihren Entleerungen thun. Es wäre ganz irrig, etwa anzunehmen, die Ameisensäure habe nur den Zweck, dem Bienenstiche eine erhöhte Wirkung zu verleihen, also nur zur Vertheidigung zu dienen. Dieselbe hat vielmehr den viel wichtigeren Zweck, gährungs- und fäulnisswidrig zu wirken. Die Bienen fügen nach des Verfassers Ansicht sogar dem gesammelten Nektar, welcher ohne jede Ameisensäure ist, solche der Conservirung wegen bei und zwar auch da, wo sie ohne irgend welche Beunruhigung hausen.

Wiederholt ist in landwirthschaftlichen Journalen und öffentlichen Blättern der Bienenstich als Curmethode gegen Rheumatische Affektionen dringend und mit zahlreichen Beispielen des Erfolges belegt empfohlen worden. Wenn hiebei in erster Linie die den Bienenstich notorisch begleitende Ameisensäure als ein Hauptfaktor der Wirkung betrachtet werden darf, so wäre wohl eine Einreibung der betreffenden leidenden Hautstelle mit gepulverten Glasgespinnste und Ameisensäure, oder Einspritzungen mit letzterer des Versuches werth, um die immerhin etwas umständliche Behandlung mit lebenden Bienen zu vermeiden.

Herr von Bischoff theilt mit:

„Weitere Bemerkungen über die Feuerländer."

(Mit 1 lithogr. Abbildung.)

Bekanntlich sind von der hier anwesend gewesenen Gesellschaft der Feuerländer 5 Erwachsene, 3 Frauen und 2 Männer, in Zürich an catarrhalischen entzündlichen Krankheiten gestorben. Ich habe mich bemüht einige Sectionsresultate derselben zu erhalten, und Herr Professor H. v. Meyer in Zürich, welcher die Section von zwei Frauen ausführte, hat die grosse Freundlichkeit gehabt, mir mehrere Theile zur genaueren anatomischen Untersuchung zu übersenden, worüber ich mir hier zur Ergänzung meiner früheren Mittheilung zu berichten erlaube.

Meine Untersuchungen betrafen zunächst die Genitalien der am 11. März an Pneumonie und Pleuritis verstorbenen Feuerländerin Lise, einige zwanzig Jahre alt.

An den äusseren Genitalien derselben zeigte sich ebensowenig wie an dem After irgend eine bedeutendere Spur von Haarwuchs; nur auf der oberen Parthie der grossen Schamlippen finden sich einzelne etwa 1 cm lange Härchen; Es zeigte sich auch keine Spur von einer Rasur oder einem Ausreissen der Haare. Der Schamberg sowie die grossen Schamlippen sind mässig stark entwickelt und lassen zwischen sich eine gegen 6.5 cm lange ziemlich geschlossene Schamspalte. Oben an dem Schamberg gehen sie mit einer

etwas vertieften Commissur in einander über; nach unten und hinten bilden sie eine hintere Commissur mit einem schwach entwickelten Frenulum und dahinter gelegener Fossa navicularis. Die rechte grosse Schamlippe ist etwas stärker entwickelt als die linke. Eigenthümlich ist es, dass um den weit offen stehenden und von einigen Haemorrhoidal-Knoten umgebenen After herum die Epidermis fehlt, und dieser Mangel sich auch bis hinauf zu dem unteren Ende der linken grossen Schamlippe fortsetzt. Diese Arosion musste von einem entweder aus dem After oder aus der Vulva herrührenden scharfen Ausflusse veranlasst sein. (S. die Abbildung a. a. a. a.) Die kleinen Schamlippen ragen nicht vor der Schamspalte hervor, und ist die rechte ansehnlich grösser als die linke. Nach unten verlieren sich beide in den Scheidenvorhof; nach oben theilt sich die rechte in zwei Fortsätze, deren äusserer sich an die innere Fläche der grossen Schamlippen anlehnend, bis an die obere Commissur der letzteren sich hinzieht, der innere aber sich, wie das obere Ende der linken kleinen Schamlippe, abermals in zwei kleinere Falten spaltet, deren äussere das Praeputium Clitoridis, die innere das Frenulum Clitoridis in gewöhnlicher Weise bilden. Die Clitoris ist von normaler Grösse und auch die Glans derselben tritt nicht mehr wie gewöhnlich hervor. 2 cm hinter und unter der Clitoris befindet sich an der oberen Wand des Scheidenvorhofes die Harnröhrenöffnung, welche nur die Eigenthümlichkeit zeigt, dass von den sie umgebenden Schleimhautfalten eine auf jeder Seite sich im Bogen nach oben an der inneren Seite des Scheidenvorhofes hinzieht, und so auf beiden Seiten eine kleine Tasche bildet. (Siehe die Abbildung b. und b.) Am Scheideneingang finden sich mehrere ziemlich stark hervortretende Carunculae myrtiformes.

Die Scheide ist 11 bis 12 cm lang, und plattgelegt, 3.5 cm breit. Es finden sich an ihrer vorderen und hinteren

Wand Columnae rugarum, welche besonders an der vorderen Wand ziemlich stark entwickelt sind, und in einem gegen die Harnröhrenöffnung sich hinziehenden Wulst vorspringen.

Die Portio vaginalis Uteri tritt an dem Scheidengewölbe nur mit der hinteren Muttermundslippe hervor, die vordere ist ganz verstrichen. Der Muttermund bildet eine etwa 12 mm lange quere Spalte, steht zwar ziemlich weit auf, hat aber keine Einrisse oder Narben, so dass die Person wohl gewiss keine reife Frucht geboren hat.

Der Uterus hat einen Längendurchmesser von 8 cm, einen Querdurchmesser von 5.5 cm, und einen Dickendurchmesser von 3 cm. Er erscheint demnach im Allgemeinen etwas platt, und ist ein wenig schief gestaltet. Die Höhle des Uterus und des Mutterhalses verhält sich wie gewöhnlich; ein Arbor vitae in letzterem ist nur wenig entwickelt, die Schleimhaut der Uterushöhle sehr wenig ausgebildet. Dieselbe stellt auf feinen Querschnitten, welche Herr Böhm, Präparator für Histologie an der anatomischen Anstalt, anzufertigen die Güte hatte, nur eine schmale Schichte dar, in welcher sich verschieden grosse Lücken, und mit Cylinderepithel ausgekleidete Fragmente von Drüsenschläuchen erkennen lassen, so dass man die letzteren als nur wenig entwickelt betrachten kann.

Um die Eierstöcke herum, zwischen ihnen und den Eileitern und an der hinteren Fläche des Uterus, finden sich alte membranöse Exsudationen und Verwachsungen, wodurch die Lage der Eileiter sehr verändert ist. Beide verlaufen nicht sowohl in den freien Rändern der breiten Mutterbänder, sondern stark gekrümmt und gewunden gegen die Eierstöcke und den Uterus zu. Das rechte Infundibulum setzt sich mit einer Fimbria an die hintere Wand des Uterus, das linke an den linken Eierstock. Auf der rechten Seite könnte man verleitet werden anzunehmen, dass der Eierstock in einer von dem breiten Mutterbande gebildeten Tasche

eingeschlossen wäre; doch überzeugt man sich leicht, dass dieser Schein nur durch die genannten Pseudomembranen veranlasst wird. Der rechte Eierstock ist 4 cm lang, 2 cm hoch, 1 cm dick. Seine Oberfläche ist vorherrschend glatt, doch sieht man einige Narben, besonders an seiner vorderen Fläche eine tiefere, schwarz pigmentirte. Durch einen an dieser Stelle ausgeführten Querschnitt des Eierstockes gelangt man in eine grössere Höhle. Man könnte geneigt sein, dieselbe für einen grösseren Follikel angehörig zu betrachten; allein abgesehen davon, dass derselbe durchaus nicht über die Oberfläche des Eierstockes hervorragte, sondern ganz in der Tiefe des Eierstocks Stroma lag, demnach dickere Wandungen besass, welche einander berührten, und wenigstens jetzt keine Flüssigkeit enthielt, entsprach dieser Hohlraum in seinem ganzen Ansehen nicht dieser Annahme. Ich glaube vielmehr, dass wir es hier mit der übrig gebliebenen Höhle eines unvollkommen entwickelten gelben Körpers zu thun hatten. Der linke Eierstock ist durch die Verwachsungen noch mehr verdeckt als der rechte, aber ebenfalls 4 cm lang, 2 cm hoch und 1 cm dick. Soweit seine Oberfläche sichtbar gemacht werden kann, ist auch sie glatt mit nur wenigen schwachen Spuren alter Narben. Nirgends an beiden Eierstöcken bemerkt man irgend welche Graafische Follikel und auch auf feinen Querschnitten sind auffallender Weise bei dieser doch noch jungen und kräftigen Person, nur äusserst wenige, gering ausgebildete Follikel zu finden, ja auf einem Duzend solcher Querschnitte konnten wir mit dem Microscope nur einen einzigen etwas grössern auffinden, in welchem sich aber ebenfalls noch kein fertiges Ei befand.

Die Länge und Beschaffenheit der Eileiter mit Infundibulum und Fimbrien scheinen die gewöhnlichen zu sein. Um sie genauer zu bestimmen, würde eine Lospräparirung

nöthig gewesen sein, welche ich zur Schonung des ganzen Verhaltens nicht ausführte.

Der Constrictor Cuni ist nur schwach, der Bulbus vestibuli in gewöhnlichem Grade entwickelt. Eine irgendwie grössere Duverney'sche Drüse war nicht aufzufinden, und möchten einer solchen vielleicht die beiden neben der Harnröhrenöffnung befindlichen, kleinen Taschen der Schleimhaut entsprechen.

Schon früher, am 18. Februar, war die etwas ältere Feuerländerin Catharina, die Mutter des Mädchens von 4 Jahren, auf der Reise von Nürnberg nach Zürich gestorben, und wurde daselbst deren Section von Herrn Professor H. v. Meyer gemacht. Leider erhielt ich von diesem Todesfall erst so spät Nachricht, dass meine an Herrn Professor v. Meyer gerichtete Bitte um genauere Berücksichtigung der Genitalien zu spät kam, und mir derselbe in Beziehung auf die äusseren Theile nur aus dem Gedächtniss so viel mittheilen konnte, dass das Fettpolster auf dem Mons pubis und in den Labia majora nur gering entwickelt gewesen wäre, so dass die vordere Fläche der Schambeine als eine scharfbegränzte viereckige Erhöhung hervorgeragt habe. Die beiden genannten Labien umgaben eine klaffende Schamspalte, so dass die Labia minora und die Clitoris sichtbar waren. Die Behaarung des Mons pubis bestand nur aus einem unbedeutenden zarten Flaum von ½ cm langen feinen Haaren.

Von den inneren Genitalien hatte Herr Prof. v. Meyer den Uterus, die Eileiter und Ovarien aufbewahrt und übersendete mir dieselben zu näherer Untersuchung. Der Uterus war entschieden der einer Person, welche wenigstens einmal geboren hatte. Der Längendurchmesser desselben betrug 9.0 cm, der Querdurchmesser an der breitesten Stelle 5.2 cm, an der schmalsten Stelle, zwischen Körper und Hals des Uterus, 2.6 cm, die Dicke 3.0 cm. Der Muttermund stand

offen, war 1.7 cm breit, hatte aber keine stärkeren Einrisse oder Narben; die Portio vaginalis uteri war wenig entwickelt, die vordere Muttermundslippe wie bei der Lise fast ganz verwischt, die hintere, höher stehende, etwas mehr hervorragend.

Die Schleimhaut der Uterushöhle war auch an diesem Präparate sehr wenig entwickelt, und von Herrn Böhm ausgeführte Schnitte des Uterus liessen auch hier nur wenig entwickelte, mit Cylinder-Epithel ausgekleidete Uterindrüsen entdecken.

Die beiden Eileiter verliefen wenig gewunden in den freien Rändern der breiten Mutterbänder, und war der rechte nicht auspräparirt 11.8 cm, der linke auspräparirt 14.8 cm lang. Der rechte hatte ein gut entwickeltes Infundibulum mit Fimbrien, aber keine Fimbria ovarii. An dem linken waren wahrscheinlich die Fimbrien abgeschnitten, denn er war auch sonst verletzt.

Von den beiden Eierstöcken hatte der rechte die gewöhnliche Gestalt, war 4.7 cm lang, 1.7 cm hoch, 1.1 cm dick. Der linke Eierstock dagegen war auffallend lang und im Verhältniss schmal, nämlich 9.2 cm lang, 1.8 cm hoch, 0.8 cm dick. Beide Eierstöcke waren an ihrer Oberfläche sehr uneben und narbig, zeigten auch beide 3 bis 4 schwarz pigmentirte Stellen, hinter denen sich Reste von Corpora lutea befanden. Um beide Eierstöcke und Eileiter herum fanden sich auch hier ältere membranöse und filamentöse Ausschwitzungen. Mit unbewaffnetem Auge war an keinem der Eierstöcke eine Spur der Graaf'schen Bläschen zu entdecken und auch an den, von Herrn Böhm angefertigten Schnittpräparaten, waren auffallender Weise auch hier mit dem Microscope keine unentwickelte Follikel zu entdecken.

Diese Resultate der anatomischen Untersuchung der inneren Geschlechtsorgane dieser beiden Feuerländerinnen bestätigen, wie mir scheint, die in meiner früheren Mit-

theilung ausgesprochene Ansicht, dass in den Ovulationsverhältnissen dieses Völkerstammes eigenthümliche Verhältnisse herrschen. Das fast vollständige Fehlen selbst unentwickelter Graaf'scher Bläschen und Eier in den Eierstöcken selbst jugendlicher Personen, ferner die ausserordentliche histologische Reduction der inneren Oberfläche des Uterus beweisen, dass wahrscheinlich in Folge des Klima's und der spärlichen Ernährungsweise dieser Menschen, die Reifung und Loslösung von Eiern bei ihnen seltener als bei anderen, in dieser Hinsicht besser gestellten, Völkerstämmen erfolgt. Natürlich wäre es sehr wünschenswerth, dass an Ort und Stelle ausgedehntere Beobachtungen in dieser Hinsicht angestellt würden.

Anmerkung. Ich benutze diese Gelegenheit, um als Ergänzung meiner früheren Mittheilungen über die äusseren weiblichen Genitalien von Negerinnen hier zu erwähnen, dass ich vor Kurzem Gelegenheit hatte, die Genitalien einer ungefähr 36 Jahre alten Negerin zu untersuchen, welche angeblich aus dem Sudan stammte, und hier in München an Tuberculose starb. Diese Genitalien zeigten einen gut entwickelten, mit krausen, schwarzen Haaren reichlich bedeckten Mons pubis und ebenso gut entwickelte grosse Schamlippen. Aber, obwohl die Person noch Jungfrau war, d. h. einen noch deutlich ausgesprochenen Hymen besass, klaffte dennoch die Schamspalte in der Art und Weise, dass die beiden ansehnlich grossen, kleinen Schamlippen stark hervorragten, und soweit sie frei hervorstanden, an ihrer äusseren Fläche, wie die grossen Schamlippen, mit schwarzem Pigment versehen waren, während sie an ihrer inneren Fläche, soweit diese den Scheidenvorhof begrenzte, von einer röthlichen Schleimhaut überzogen waren. Mit diesen geringen Modificationen, die übrigens auch bei Europäerinnen in ähn-

licher Weise vorkommen, stimmten übrigens diese Genitalien ganz mit denen von Weibern europäischer Völkerschaften überein, namentlich war auch hier die Clitoris keineswegs stärker entwickelt.

Da die Feuerländer einen Volksstamm bilden, welcher seit Jahrhunderten mit Ausnahme einiger stickstoffreicher Schwämme und einiger Beeren nur von animalischer Kost lebt, so schien mir diese Gelegenheit ganz passend, ihre Verdauungsorgane in Beziehung auf deren Anpassung zu animalischer oder vegetativer Nahrung genauer zu prüfen, worauf auch Herr Virchow in seinen Mittheilungen über die Feuerländer in der Zeitschrift für Ethnologie 1881 p. 392 aufmerksam gemacht hat. Herr Professor Herm. v. Meyer hatte die Güte mir zu diesem Zwecke, die beiden Ohren-Unterkiefer- und Unterzungen-Speicheldrüsen, ferner den Magen nebst Duodenum und Pankreas, das Coecum mit Wurmfortsatz, und den Enddarm der Liese zu übersenden.

Die beiden Ohrspeicheldrüsen wogen jede 22 g, fast genau das Mittelgewicht derer von Europäern; die beiden Unterkieferspeicheldrüsen wogen die eine 6.2 g, die andere 5.5 g, im Mittel 5.85 g, während sonst das Mittelgewicht derselben auf 8.32 g angegeben wird. Die beiden Unterzungenspeicheldrüsen wogen die eine 2.5 g, die andere 3.5 g, im Mittel 3.0 g, während sonst das Mittelgewicht 2.5 g beträgt.

Der Magen hatte entschieden die weibliche Form und einen ziemlich stark entwickelten Blindsack. Plattgelegt war er 25 cm lang und 11 cm hoch, während im Mittel der europäische Magen 32 cm lang und 12 cm hoch angegeben wird. Längs der grossen Curvatur mass er 59 cm, längs der kleinen 30 cm. Mässig mit Wasser angefüllt fasste er 1800 cbcm, während der mittlere Cubikinhalt des europäischen Magens zu 3750 cbcm angegeben wird.

Der ganze Darmkanal war 1075 cm lang, also mehr als die 6fache Körperlänge dieser 161.0 cm hohen Person, während die mittlere Länge des europäischen Darms sonst auf 972 cm und die fünffache Körperlänge angegeben wird. Davon kamen auf das Duodenum 35 cm; auf das Jejunum und Ileum nach Angabe des Herrn Professors v. Meyer 800 cm; auf das Coecum 6 cm, auf das Colon mit Rectum 230 cm. Die gewöhnlich angegebenen Mittelzahlen der genannten Darmstrecken sind für das Duodenum 32.4 cm, für das Jejunum und Ileum 800 cm, für das Coecum 8.2 cm, für das Colon und Rectum 170 cm. Der Processus vermiformis war 11 cm lang, während dessen mittlere Länge sonst zu 8.4 cm angegeben wird. Derselbe ging nicht trichterförmig, sondern mit plötzlichem Absatz von dem Coecum aus. Die kegelförmige Gestalt des ganzen Darmrohrs war deutlich ausgesprochen, indem der Anfang des Duodenums plattgelegt einen Querdurchmesser von 4.5 cm, das Ende des Ileums einen solchen von 3.5 cm; der Anfang des Colons einen solchen von 8.5 cm, der Mastdarm einen solchen von 5 cm besass.

Die Leber erschien im Allgemeinen gross, aber platt. Sie wog 1882 gr. Ihr Längendurchmesser betrug 32 cm; ihr Höhendurchmesser 24 cm, ihre Dicke an der dicksten Stelle des Lobulus Spigelii 5 cm. Der rechte Leberlappen hatte einen Längendurchmesser von 20 cm, der linke von 12 cm; der rechte einen Höhendurchmesser von 24 cm, der linke von 21 cm. Der Lobulus Spigelii war 7 cm hoch und 6 cm breit; der Lobulus quadratus 15 cm hoch und 7 cm breit. An seiner unteren Fläche hatte Letzterer einen länglichen Anhang. Die Furchen der Leber waren nicht tief, aber nicht von Leberstreifen überbrückt. Die Gallenblase war ansehnlich gross und fasste 144 ccm.

Das Pankreas war 20 cm lang und von gewöhnlicher Höhe, Dicke und Gestalt.

Aus der Betrachtnahme dieser Verhältnisse der Verdauungsorgane dieser Feuerländerin scheint mir hervorzugehen, dass der allgemeine menschliche Charakter dieser Organe, in der Mitte zwischen den Verdauungsorganen der Fleischfresser und der Pflanzenfresser zu stehen, auch durch die lange Benutzung nur einer Hauptart von Lebensmitteln, keine Veränderung erleidet. Es ist auch Thatsache, dass diese Feuerländer, seit sie in den Händen der Europäer waren, neben ihrer Hauptdiät von Fleisch, auch Brod, Zwieback und Früchte ganz wohl verdauten. Allerdings wäre es, bei der grossen individuellen Verschiedenheit in der Länge des Darms auch bei Europäern, sehr wünschenswerth gewesen, auch über die Verhältnisse der anderen vier verstorbenen Feuerländer genauere Auskunft zu erhalten. Ich kann in dieser Hinsicht nur noch bemerken, dass Herr Professor Ziegler in Zürich, welcher die Section des Henrico ausführte, an dessen Verdauungsorganen, freilich ohne sie einer genaueren Prüfung zu unterwerfen, durchaus nichts Eigenthümliches bemerkte. Auffallend ist die grosse Länge des Dickdarms der Liese, und kann ich nicht unterlassen in dieser Hinsicht zu bemerken, dass die Angabe einer Länge zu 230 cm, zusammengesetzt ist aus meiner Messung der in meinen Händen befindlichen Stücke, des Anfanges des Dickdarmes zu 10 cm, des Enddarmes zu 30 cm, und des dazwischen befindlichen von Herrn Professor v. Meyer zu 190 cm angegebenen Theiles.

Der Umstand, dass bekanntlich die Feuerländer, mit Ausnahme eines losen Umwurfes von Thierfellen, in ihrer durch das Klima wenig begünstigten Heimat ganz nackt gehen und auch hier bei allen Witterungsverhältnissen nur sehr dürftig bekleidet auftraten, hat die allgemeine Aufmerksamkeit auf ihre Hautverhältnisse gelenkt. Diese Haut war sehr glatt, weich, nicht fettig, immer warm anzufühlen und zeichnete sich ausser ihrer Farbe, besonders

bei den Weibern, durch ihren fast gänzlichen Haarmangel aus. Von den Männern hatte nur der Capitano einen dürftigen Bart und er und Antonio längere, feine, einzeln stehende Haare, besonders an den Beinen.

Man war allgemein der Ansicht, dass diese Menschen sehr abgehärtet gegen die äusseren Temperaturverhältnisse sein müssten, und hat sie demgemäss auch wenig schonend in Beziehung auf diese Temperaturverhältnisse behandelt. Ich bin der Meinung, dass man dabei einen grossen Fehler begangen hat, welchem auch 5 ihrer Mitglieder bei uns so früh zum Opfer gefallen sind. Diese Feuerländer sind nichts weniger als abgehärtet, d. h. unempfindlich gegen bedeutendere und raschere Temperaturwechsel. Ihre Heimat besitzt ein kühles, ziemlich gleichmässiges maritimes Klima, dessen Temperatur nur zwischen 4° unter und 9° über Null wechselt. An diese im Ganzen niedrigen Temperaturen und deren geringen Wechsel haben sich die Feuerländer im Laufe der Zeiten gewöhnt, indem sie sich nur gegen dieses geringe Extrem der Kälte einen schwachen Schutz durch Umhängen von Fellen verschafften. Es klingt viel befremdlicher als es wirklich ist, wenn wir lesen, dass die Frauen ihre nackten Kinder an ihrer nackten Brust bei Schnee und Regen herumtragen, weil so etwas bei uns ganz unmöglich wäre. Aber wir machen viel bedeutendere Temperaturwechsel durch, und sind genöthigt uns gegen dieselben durch den Wechsel der Kleidung, durch geschlossene Wohnungen und künstliche Erwärmung zu schützen. Das haben die Feuerländer nicht nothwendig, wenn sie aber mit grösseren Extremen der Temperatur, als sie dieselben zu Hause gewohnt sind, in Conflikt kommen, dann sind sie bei dem Mangel aller Schutzmittel den nachtheiligen Folgen von sogenannten Erkältungen ausgesetzt, welche die Hälfte derselben bei uns umgebracht haben.

Immerhin war es von Interesse, die Haut dieser Feuer-

länder genauer zu untersuchen, und ich bat desshalb Herrn Professor v. Meyer, mir Hautstücke derselben zu übersenden, welcher Bitte er durch Uebersendung von Stücken der Haut des Rückens, des Kopfes und von einer Hand der Liese entsprach. Herr Böhm hatte die Güte, mir auch von diesen Theilen Schnittpräparate anzufertigen, deren mikroskopische Untersuchung, soweit sie bei der nicht vollkommen frischen Beschaffenheit der Haut möglich war, folgende Resultate ergab:

An der Rückenhaut war die geringe Dicke des Coriums und der Epidermis auffallend. Die tiefste Schichte des Rete Malpighii zeigte mehrere Lagen von pigmentirten Kernen und Protoplasten, wodurch also die Vermuthung des Herrn Professors Virchow (l. l. pag. 389), dass dieser Haut der Feuerländer das Pigment nicht fehlt, gegen die Angabe Wilsons, welcher solches in Abrede stellte, bestätigt wurde. Die Papillen der Haut hatten die gewöhnliche, theils konische, theils mehr breite Form, und enthielten Gefässschlingen und Tastkörperchen. Dagegen konnten wir in ihr nur wenige feine Haare, keine Muskelfasern und keine Schweiss- und Talgdrüsen auffinden, deren gänzlichen Mangel ich zwar hiedurch nicht behaupten will, die aber jedenfalls so sparsam auftreten, dass sie auf einer grösseren Anzahl von Schnittpräparaten nicht bemerkt werden konnten. An der injicirten Haut der Volar-Fläche der Finger stehen die Papillen sehr dicht, und zahlreiche bis in das Unterhaut-Fettgewebe eindringende Schweissdrüsen waren vorhanden. In der Gefäss-Anordnung der Fingerhaut war nichts Besonderes zu bemerken. An den starken Kopfhaaren fehlten die Talgdrüsen nicht.

Diese Resultate geben für die Wärmeabgabe und Regulirung durch die Haut keine weiteren Anhaltspunkte, als dass vielleicht die Schweissabsonderung bei diesen Feuerländern nicht reichlich ist. Doch will Hr. Niclas in Paris (Bulletins

de la Soc. d'Anthropologie de Paris 1881. Tom. IV, p. 863) bemerkt haben, dass sie bei irgend welcher Anstrengung selbst in der Kälte leicht schwitzten. Auch hier sah man, dass als Antonio eine Pfeilspitze aus einem Glasstück zurichtete, derselbe sich häufig die Stirn mit der Hand abwischte; freilich war es in dem betreffenden Raume sehr warm.

Zum Schlusse bemerke ich noch, dass nach den Mittheilungen des Herrn Professor H. v. Meyer, die Gehirne der drei zuerst gestorbenen Feuerländer, bekleidet noch mit Arachnoidea und Pia mater, wogen:

Das Gehirn von Henrico	28 Jahre alt	und	164 cm	hoch	1420 g
„ „ „ Liese	24 „	„	„ 161 cm	„	1340 g
„ „ „ Kathrine	30 „	„	„ 143 cm	„	1335 g

wobei ich daran erinnere, dass das Mittelgewicht des europäischen Gehirnes bei Männern circa 1360 gr, bei Weibern 1220 gr beträgt. So gross auch bei den Feuerländern vielleicht die individuellen Schwankungen des Hirngewichtes sein mögen, glaube ich doch, dass man aus obigen Zahlen den Schluss ziehen kann und muss, dass die Feuerländer in Beziehung auf ihre psychische Beanlagung nicht niedrig stehen, mit Rücksicht auf ihre sehr niedrige Entwicklung aber dadurch die Ansicht unterstützt wird, dass sie von einem einst schon höher entwickelt gewesenen Volksstamme abstammen.

Beschreibung der Abbildung.

Aeussere Geschlechts-Organe der 24jährigen Feuerländerin Liese.

a. a. a. a. Umriss der von Epithel entblössten, areolirten Stelle.

b. b. Zwei kleine zu beiden Seiten der Harnröhren-Oeffnung befindliche Taschen der Schleimhaut des Scheiden-Vorhofes.

Verzeichniss der eingelaufenen Büchergeschenke.

Vom Museum of comparative Zoölogy at Harvard College in Cambridge, Mass.:

a) Annual Report for 1880—81. 1881. 8°.
b) Bulletin. Vol. VI Part. II, Vol. IX 1879—81. 8°.

Vom Kgl. Instituut voor de Taal-, Land- en Volkenkunde van Nederlandsch-Indië im Haag:

Reis in Ost- en Zuid-Borneo van Koetei naar Banjermassin door Carl Bock. I Gedeelte. Mit Atlas. 's Gravenhage 1881. 4°.

Von der Natuurkundige Vereenigung in Nederlandsch-Indië in Batavia:

Natuurkundig Tijdschrift. Deel 39. 1880. 8°.

Vom Institut météorologique in Utrecht:

Nederlandsch meteorologisch Jaarboek voor 1876. 2. Deel. 1880. 4°.

Vom Naturforschenden Verein zu Riga:

Korrespondenzblatt XXIV. 1881. 8°.

Einsendungen von Druckschriften.

Von der Sternwarte in Pulkowa:

um in bibliotheca speculae Pulcovensis content. cata-
Pars 2. Petropoli 1880. 8°.
sbericht 1880—81. Petersburg 1881. 8°.

aturhistorisch-medizinischen Verein in Heidelberg:

lungen. Neue Folge. Bd. III. 1881. 8°.

Vom naturhistorischen Verein in Augsburg:

Bericht 1881. 1881. 8°.

Von der Société géologique de Belgique in Lüttich:

Annales. Tom. 7. 1879—1880. 1881. 8°.

Vom Verein für Naturwissenschaft in Braunschweig:

Jahresbericht für das Jahr 1880—81. Altenburg 1881. 8°.

Von der Redaction des Moniteur scientifique in Paris:

a) Moniteur scientifique. 1882. gr. 8°.
b) Moniteur scientifique. Livr. 482. 1882. gr. 8°.

Von der Académie de médecine in Paris:

Bulletin. Tom. XI. 1882. 1882. 8°.

Von der Société de géographie commerciale in Bordeaux.

Bulletin 1882. 1882. 8°.

Von der anthropologischen Gesellschaft in Wien:

Mittheilungen. Bd. XI. 1881. 4°.

Von der School of Mines, Columbia College in New-York

The School of Mines Quarterly. Vol. III. 1881. 8°.

Von der Académie des Sciences in Paris:

Comptes rendus 1882. Tom. 94. 1882. 4⁰.

Von der Chemical Society in London:

Journal 1882. 1882. 8⁰.

Von der Società Toscana di scienze naturali in Pisa:

Atti. Processi verbali. Adunanza del dì 13. Nov. 1881. 8⁰.

Von der Société de géographie in Paris:

a) Liste provisoire de bibliographies géographiques par James Jackson. 1881. 8⁰.
b) Compte rendu des séances. Séance du 3 Février 1882. 8⁰.
c) Liste des membres au 31 Déc. 1881. 1882. 8⁰.

Von der Deutschen chemischen Gesellschaft in Berlin:

Berichte. XV. Jahrg. 1882. 8⁰.

Von der Zoologischen Station in Neapel:

Mittheilungen. Bd. III. Leipzig 1881. 8⁰.

Von der Redaktion der Zeitschrift für Instrumentenkunde in Berlin:

Zeitschrift für Instrumentenkunde. Jahrg. II. 1882. 8⁰.

Vom Astronomical Observatory at Harvard College in Cambridge, Mass.:

36. annual Report for the year 1881. 1882. 8⁰.

Von der Commission géodésique Néerlandaise im Haag:

Publications. I. Determination, à Utrecht, de l'Azimuth d'Amersfoordt par J. A. C. Oudemans. La Haye 1881. 4⁰.

Einsendungen von Druckschriften.

k. preussischen geodätischen Institut in Berlin:

isions-Nivellement der Elbe. II. Mittheilung. Von Seibt. 1881. 4⁰.
essische Dreiecksnetz. 1882. 4⁰.

Von der Universidad de Chile in Santiago:

rio hidrográfico de la marina de Chile. Año VI. 8⁰.
comercial de la República de Chile en el año 1879. Valparaiso 1880. 8⁰.

Vom Observatory in Batavia:

a) Regenwaarnemingen in Nederlandsch Indie. II Jaargang 1880. 1881. 8⁰.
b) Observations. Vol. V. 1881. fol.

Von der Société des sciences historique et naturelle de la Corse in Bastia:

Bulletin 1881. 8⁰.

Von der Académie Royale de médecine in Brüssel:

a) Mémoires couronnés, Collection in 8⁰. Tom. 7. 1882. 8⁰.
b) Bulletin. Tom. XVI. 1882. 8⁰.

Von der Medical & Chirurgical Society in London:

Medico-chirurgical Transactions. II. Ser. Vol. 46. 1881. 8⁰.

Von der Boston Society of Natural History in Boston:

Proceedings. Vol. XXI. 1881. 8⁰.

Von der Royal microscopical Society in London:

Journal. Vol. II. 1882. 8⁰.

Von der k. Ungarischen naturwissenschaftlichen Gesellschaft in Budapest:

a) Monographie der Anguilluliden v. Ladislaus Örley. 1880. 8°.
b) Beiträge zur Kenntniss der erdmagnetischen Verhältnisse in den Ländern der Ungarischen Krone von Guido Schenzl. 1881. 4°.
c) Magyarország Vasércz-Fekhelyei, megvizsgálta és leirta Maderspach Livius. 1880. 4°.

Von der Royal Society of New South Wales in Sydney:

Journal and Proceedings. Vol. XIV. 1880. 1881. 8°.

Vom Geological Museum in Calcutta:

a) Records. Vol. XIV. 1880—81. 4°.
b) Palaeontologia Indica. Fossil Flora of the Gondwana System. Vol. III. Part. 2 und Vol. III. Suppl. I und Index zu Vol. I u. II. 1880—81. fol.

Von der New-York Academy of Sciences in New-York:

Transactions 1881—1882. 8°.

Von der botanischen Gesellschaft Irmischia in Sondershausen:

Irmischia. II. Jahrg. 1882. 8°.

Von der Leopoldinisch-Carolinischen Deutschen Akademie der Naturforscher in Halle:

Leopoldina. Heft 18. 1882. 4°.

Von der American geographical Society in New-York:

Journal. Vol. XI. XII. 1879—80. 8°.

Vom Museum in Tromsö:

Aarshefter IV. 1881. 8°.

Vom Landwirthschaftlichen Institut der Universität Königsberg:

Mittheilungen. Heft I. 1882. 8⁰.

Von der Physikalisch-medizinischen Societät in Erlangen:

Sitzungsberichte. 13 Heft. Nov. 1880 bis Aug. 1881. 1881. 8⁰.

Von der Naturwissenschaftlichen Gesellschaft in St. Gallen:

Bericht über d. J. 1879—80. 1881. 8⁰.

Von Herrn A. Preudhomme de Borre in Brüssel:

a) Sur une excursion entomologique en Allemagne 1880. 8⁰.
b) Description d'une nouvelle espéce de Buprestide 1881. 8⁰.

Von Herrn William Ford Stanley in Cumberlow, South Norwood, England:

Experimental Researches into the properties and motions of Fluids. London 1881. 8⁰.

Von Herrn Hermann Schäffler in Braunschweig:

Das Wesen der Elektricität, des Galvanismus und Magnetismus. (2 Supplement zum 2. Theile der Naturgesetze.) Leipzig 1882. 8⁰.

Von Herrn G. vom Rath in Bonn:

Erdbeben in Ischia vom 4. März 1881. 8⁰.

Von Herrn E. Plantamour in Genf:

a) Résumé météorologique de l'année 1880 pour Genève et le grand Saint-Bernard. Genève 1881. 8⁰.
b) Les mouvements périodiques du sol (3me année) 1881. 8⁰.

Von Herrn L. A. Huguet-Latour in Montreal, Canada:

a) Pamphlet sur la colonisation dans la vallée Ottawa. 1880. 8⁰.
b) Rapport sur l'école polytechnique de Montreal 1881. 8⁰.

Von Herrn Hermann Kolbe in Leipzig:

Journal für praktische Chemie. Neue Folge. Bd. 25. 1882. 8°.

Von Herrn Rudolf Wolf in Zürich:

Astronomische Mittheilungen. No. 54. 1882. 8°.

Von den Herren Luigi Ageno und Torquato Beisso in Genua:

Del sistema commissurale centrale dell' encefalo umano. Ricerche dei Professori Luigi Ageno e Torquato Beisso. 1881. 4°.

Von Herrn Giovanni Omboni in Padua:

Dei fossili triasici del Veneto. Venezia 1882. 8°.

Von Herrn Hermann Pick in Salzburg:

a) Tageblatt der 54. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Salzburg vom 18.—24. September 1881. 4°.
b) Beiträge zur Kenntniss von Stadt und Land Salzburg. 1881. 8°.

Von Herrn Eduard Regel in St. Petersburg:

Puteschestwye u. Turkestan (Reisen in Turkestan von A. P. Fedschenko). Tom. 3. Botanitscheskia Issledowanya (botan. Forschungen von Ed. Regel). 1882. 4°.

Sitzungsberichte

der

königl. bayer. Akademie der Wissenschaften.

Mathematisch-physikalische Classe.

Sitzung vom 3. Juni 1882.

Herr v. Beetz legt vor und bespricht:

„Untersuchung über den Einfluss der Temperatur auf Aeusserungen von Molekularkräften." Von Dr. A. Miller.

(Mit 4 Tafeln.)

Den neueren Experimentaluntersuchungen über Elastizität, insoferne sie nicht rein technische Zwecke im Auge haben, liegt meist die Absicht, durch sie die Kenntnis der Molekularkräfte zu fördern und damit auch eine Unterlage für die mathematische Behandlung dieser Materie zu schaffen, zu Grunde. Anderseits war man bestrebt, die Aeusserungen von Molekularkräften mit anderen physikalischen Maasseinheiten, wie der der Schmelzwärme [1]), des Atomengewichts [2]) in Verbindung zu bringen und interessante Beziehungen hierüber abzuleiten.

Bei der Wichtigkeit, die hiernach der Kenntnis der Elastizität der Körper zufällt, erscheint es auffallend, dass

1) C. C. Person, Poggendorff's Annalen. Bd. 75.

2) H. Vogel, Poggendorff's Annalen. Bd. 111.

man bei den bisherigen Untersuchungen über den longitudinalen Modul der Elastizität die elastische Nachwirkung gar nicht berücksichtigte, obwohl diese bereits seit einem halben Jahrhundert von W. Weber entdeckt ist. Ich habe es daher versucht, in dieser Richtung einen Schritt zu thun, der, wie die Folge zeigen dürfte, geeignet sein könnte, weitere Schlüsse über das Verhalten der Molekularkräfte der Körper zu gestatten, sobald die Untersuchung auf eine hinreichende Zahl von Substanzen ausgedehnt sein wird, was in der vorliegenden Abhandlung nicht der Fall ist. Sie beschäftiget sich nur mit dem Eisen und da vornehmlich nur mit einem Individuum. Sie ist eine zunächst grundlegende Arbeit, weshalb auch auf die Prüfung der Untersuchungsmethode ein verhältnismässig grosser Raum entfällt, und das Versuchsmaterial in einem Umfange mitgetheilt wird, der in Zukunft recht wohl eingeschränkt werden könnte.

§ 1. Ueber Elastizität im allgemeinen.

Als Mass der Elastizität eines Körpers wird dessen Elastizitätsmodul angesehen. Man könnte ihn auch als solches unbedenklich betrachten, wenn in der That bei jeder Deformation eines Körpers durch äussere Kräfte die neue Gleichgewichtslage der Moleküle in der Weise sich herstellen würde, wie es die Definition der Elastizität, meist stillschweigend, voraussetzt, wenn vor allem die einer äusseren Kraftänderung entsprechende endliche Gestaltsänderung sich plötzlich vollzöge, oder wenn doch feststände, dass die neue Gleichgewichtslage bei allen Körpern in einem ganz gleichen Verlauf erzeugt wird. Seitdem aber, ganz abgesehen von der Unterscheidung zwischen „bleibender und elastischer Gestaltänderung", auf welche Gerstner[1]) aufmerksam gemacht

1) Gerstner, Handbuch der Mechanik, 2. Aufl. § 267.

hat, W. Weber[1]) zeigte, dass selbst innerhalb des Elastizitätsgrenze die einer äusseren Kraftänderung entsprechende Gestaltsänderung sich nicht plötzlich vollkommen einstellt, kann kaum mehr ohne Bedenken angenommen werden, dass der Elastizitätsmodul das gesamte elastische Verhalten eines Stoffes zahlenmässig zum Ausdruck bringe. Das wäre nach dem Gesagten selbst dann nicht der Fall, wenn man die endliche Gleichgewichtslage scharf bestimmen könnte, was nach den ziemlich vielen Autoren, welche sich in neuerer Zeit mit der von W. Weber entdeckten „elastischen Nachwirkung" beschäftigt haben, mindestens noch sehr zweifelhaft ist. Ausserdem ist bei der Dehnung, von der hier allein die Rede sein soll, nur die elastische Nachwirkung bei konstanter Belastung genauer studiert, nicht aber der Teil derselben, welcher während der Verlängerung oder Verkürzung infolge der Aenderung der Wirkung einer äusseren Kraft entsteht. Wenn man bloss frägt, eine wie grosse Gestaltsänderung einer gewissen Kraft innerhalb der Elastizitätsgrenze entspricht, so gibt der Elastizitätsmodul darüber Aufschluss. Allein damit ist das elastische Verhalten eines Körpers nicht vollkommen gekennzeichnet. Denn, wie bekannt, während selbst innerhalb der Grenze der Elastizität der eine und zwar grössere Teil der einer bestimmten Kraft entsprechenden Gestaltsänderung plötzlich auftritt, also eine von der Zeit unabhängige Funktion ist, wird der kleinere Teil als eine Funktion der Zeit dargestellt. Wenn somit ein Körper durch eine äussere Kraft zu einer neuen Gleichgewichtslage seiner Moleküle gezwungen worden ist, so wird behufs Ermittelung seines elastischen Verhaltens nicht nur nach der gesamten Gestaltsänderung, sondern auch nach der Grösse des Teiles derselben, welcher unter sonst gleichen Umständen plötzlich, und desjenigen, der

1) W. Weber, Poggendorff's Annalen, Bd. 34.

abhängig von der Zeit entstanden ist, gefragt werden können. Es wird das Verhältnis der „elastischen Dehnung" zur „elastischen Nachwirkung" zu ermitteln sein. Da aber die Zeit, innerhalb welcher der endliche Gleichgewichtszustand der Moleküle erreicht sein wird, nicht genau zu ermitteln ist, wird vielleicht die Erfahrung darauf hinweisen, insoferne es sich um wissenschaftliche Zwecke handelt, in erster Linie nur die Nachwirkung zu berücksichtigen, welche in der Entstehungszeit der elastischen Dehnung hervorgeht.

§ 2. Benennungen.

Wie schon erwähnt, soll in vorliegender Abhandlung nur von elastischen Erscheinungen die Rede sein, welche ein Körper zeigt, wenn er durch eine äussere Kraft einer Verlängerung unterworfen wird. Um wegen der häufig etwas verworrenen Bezeichnungen Missverständnisse auszuschliessen, halte ich es nicht für überflüssig, die hier festgehaltenen Benennungen zu erklären, um so mehr, als ich genötiget bin, eine noch weitere Unterscheidung als bisher bei dieser Art von physikalischen Erscheinungen üblich war, eintreten zu lassen.

Wird ein Draht von der Länge L mit einem Gewichte P belastet, so bringt dies eine Verlängerung A hervor, die ich „Dehnung" (D) heissen werde. Von dieser Dehnung entsteht ein Teil A_1 plötzlich; ich werde ihn „elastische Dehnung" (e. D.) nennen. Ein anderer Teil derselben wird im Verlaufe der Zeit T erzeugt. Dieser von der Zeit abhängige Teil kann selbst wieder aus wesentlich verschiedenen Stücken bestehen, von denen das eine A_2 innerhalb einer gewissen Zeit nach dem Aufhören der Spannung wieder verschwindet; ich werde dieses nach W. Weber „elastische Nachwirkung" (e. N.) nennen. Für das andere, bleibende Stück, wird ebenfalls die übliche Benennung „Streckung" (St.) beibehalten. Bei der elastischen Nachwirkung ist wohl

noch derjenige Teil derselben, welcher während des Anspannens, also in der Entstehungszeit der elastischen Dehnung auftritt, von dem bei konstanter Belastung erzeugten zu unterscheiden. In analoger Anwendung gelten dieselben Bezeichnungen, wenn ein Draht abgespannt wird.

§ 3. Ziel der Untersuchung.

Wie aus Obigem schon hervorgehen dürfte, besteht die Absicht, zunächst die elastische Dehnung, dann aber auch die elastische Nachwirkung, welche in der Enstehungszeit jener zum Vorschein kommt, jede für sich und somit auch ihr Verhältnis zu ermitteln. Diese Elemente der Elastizität sollen für Temperaturen zwischen 0^0 und 100^0C erforscht und ihre mathematische Beziehung zur Temperatur angegeben werden. Ich habe mit dem Eisen begonnen und das Versuchsobjekt nicht durch öfteres Erwärmen und Abkühlen vor dem Versuche auf den sog. Normalzustand gebracht und in diesem erst untersucht, sondern ich studierte den allmähligen Uebergang in diesen, da er, wie ich aus früher angestellten Versuchen wusste, manches Interessante zu bieten schien.

§ 4. Literatur des Gegenstandes.

Arbeiten, welche sich mit den hier aufgeworfenen Fragen beschäftigen, sind mir nicht bekannt. In Beziehung zu vorliegenden Untersuchungen jedoch stehen die Arbeiten von Pisati [1]) und von Wertheim [2]). Von ganz besonderem Interesse für die Verwertung unserer Resultate ist aber eine Abhandlung von Hrn. Prof. F. Kohlrausch und Loomis [3]).

---

1) G. Pisati *), Gaz. chim. ital. VII. 1.

2) Wertheim, Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie. Ergänzungs-Bd. II.

3) F. Kohlrausch und F. E. Loomis, Poggendorff's Annalen etc. Bd. 141.

*) Ich konnte mir diese Quelle trotz vieler Bemühungen nicht verschaffen, musste mich vielmehr auf die „Beiblätter zu den Annalen der Physik und Chemie" beschränken. (Bd. I, 1877, Nr. 6, I).

Diese stellten an tordierten Eisendrähten, jene an gedehnten, Versuche über Elastizität bei verschiedenen Temperaturen an.

Die Untersuchungen Wertheims haben ergeben, dass der Elastizitätsmodul des Eisens von der gewöhnlichen Temperatur an gegen 100° C zunimmt, und erst von da an bis 200° C fällt, so dass er ungefähr bei 100° C ein Maximum besässe. Nach den späteren Versuchen von Kohlrausch besteht ein Maximum des Elastizitätsmoduls nicht. Auch Pisati gibt ein solches zwischen 20° und 300° nicht an; nach den zuletzt genannten Autoren nimmt der longitudinale Elastizitätsmodul mit steigender Temperatur beständig ab.

Was die Behandlung des Eisendrahtes vor dessen Verwendung zu Dehnungsversuchen betrifft, so lässt sich bei Wertheim nicht entnehmen, ob derselbe vorher bedeutenden Temperaturdifferenzen ausgesetzt worden ist, während Pisati die Drähte vor dem definitiven Versuche auf 300°C. erwärmte und wieder abkühlte. Aus dem regelmässigen Verlaufe der Versuche von Kohlrausch lässt sich schon schliessen, dass der verwendete Draht vorher auf den sog. Normalzustand gebracht worden war. Es wird sich nämlich auch bei diesen Versuchen deutlich zeigen, dass die den definitiven Versuchen vorausgehende Behandlung des Drahtes von wesentlichem Einflusse auf seinen Elastizitätszustand ist.

Ein Vorzug der Arbeit Pisati's vor jener von Wertheim besteht offenbar auch darin, dass ersterer zuversichtlich bei vielen Temperaturpunkten zwischen 20° und 300°C untersuchte, während Wertheim zwischen — 15° und 200°C nur in 4 Temperaturpunkten den Draht auf seine Elastizität prüfte, so dass Abweichungen zwischen diesen Temperaturen Wertheim entgehen konnten.

Anlangend die Hilfsmittel, welche zur Messung der Verlängerungen benützt worden sind, so bedienten sich

sowohl Wertheim als auch Pisati des Katheometers, eines Instruments, das nach dem Urteile Poggendorff's und Kohlrausch's [1]) zur Ermittelung so kleiner Abweichungen, wie sie bei Untersuchung der Elastizität vorkommen, die genügende Feinheit nicht besitzt. Ich bediente mich deshalb einer Spiegelablesung und war dazu um so mehr veranlasst, als es sich bei den folgenden Versuchen nicht so fast um die gesamte Dehnung innerhalb der Elastizitätsgrenze, sondern auch um einen kleinen Bruchtheil derselben, die elastische Nachwirkung während der Entstehungszeit der ersteren handelt.

§ 5. Theorie der Untersuchungsmethode.

Wie schon erwähnt, ist das nächste Ziel vorliegender Arbeit: das, was ich elastische Dehnung (e. D.) nenne und die während ihrer Entstehungszeit hervorgetretene elastische Nachwirkung (e. N.) zu messen. Abgesehen davon, dass die verschiedenen Experimentatoren über elastische Nachwirkung sich mit der durch Dehnung entstandenen verhältnismäsig wenig beschäftigten und ihre Versuche nur auf gewisse Stoffe beschränkten, wären die gefundenen Resultate schon deshalb hier nicht verwendbar, weil sie auf die während der Anspannung und Abspannung des untersuchten Körpers entstandene elastische Nachwirkung keine genügende Rücksicht nehmen konnten, so dass die Grenze der Anwendbarkeit des die Geschwindigkeit der elastischen Nachwirkung darstellenden Ausdruckes:

$$-\frac{dx}{dt} = \alpha x t^{-n} \qquad 1)$$

anerkanntermassen für kleine Werte von t nicht genau bestimmt ist. Ausser der schon erwähnten grundlegenden

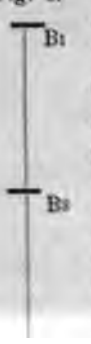
1) F. Kohlrausch, Poggendorff's Annalen, Bd. 128, S. 211.

Arbeit von W. Weber kommt hier noch die von Professor F. Kohlrausch [1]) in Betracht.

Für den oben angedeuteten Zweck dürfte folgende Betrachtung zum Ziele führen oder wenigstens eine erste Annäherung an dasselbe ermöglichen:

Denken wir uns vorerst einen Draht über seine sog. Elastizitätsgrenze hinaus unter dem Einflusse einer ihn verlängernden Kraft, die in der Zeit T von 0 bis P stetig wächst, so erleidet er in dieser Zeit eine Dehnung; es rückt sein Endpunkt B_1 (Fig. 1) nach B_2 vor. Vom Zeitpunkte T an nehme die Last P bis o in der weiteren Zeit T_1 ab, so wird der Endpunkt des Drahtes nach der Zeit $T + T_1$ etwa in B_3 sein. Die Strecke $B_1 B_2$ sei $= A$, $B_2 B_3 = A_0$ und $B_1 B_3 = A'$. Nun ist anzunehmen, dass innerhalb des Intervalls 0 und $T + T_1$ die Grösse der Dehnung niemals dem durch die jeweils wirkende Kraftgrösse bedingten Gleichgewichtszustande entspricht, so dass nach den hierüber bekannten Erfahrungen die Dehnung A sich aus der elastischen Dehnung A_1, der elastischen Nachwirkung A_2 und der Streckung A_3 zusammensetzt. Der Uebergang des Endpunktes von B_2 nach B_3 geschieht infolge derselben Ursachen wie vorhin; deren Wirkungen wollen wir der Reihe nach analog mit A'_1, A_2', A'_3 bezeichnen. Hiebei wollen wir jene Grössen, von denen durch die Erfahrung feststeht, dass sie die gesamte Dehnung verkürzen, negativ in Ansatz bringen.

Fig. 1.



Dann ist:

$$B_1 B_2 = A_1 - A_2 + A_3 = A \qquad 2)$$

$$B_2 B_3 = A - (-A'_1 + A'_2 + A'_3) = A \qquad 3)$$

$$B_2 B_3 - B_1 B_3 = -A'_1 + A'_2 + A'_3 = A_0 \qquad 4)$$

1) F. Kohlrausch, Poggendorff's Annalen, Bd. 158 S. 352.

Die Grössen A_3 und A'_3, um deren Bestimmung es sich hier nicht handelt, wurden nach dem Vorgange anderer Experimentatoren dadurch ausser Einfluss gesetzt, dass der zu untersuchende Draht vor den definitiven Versuchen über seine jeweilige Elastizitätsgrenze hinaus belastet und bei den definitiven Versuchen eine ziemlich weit unter derselben liegende Spannung angewendet worden ist. Darnach ist $A_3 = A'_3 = 0$ und die vorigen Gleichungen gehen in

$$A = A_1 + A_2 \qquad 5)$$

$$A' = (A_1 - A'_1) + (A_2 + A'_2) \qquad 6)$$

$$A_0 = -A'_1 + A'_2 \qquad 7)$$

über. Wir suchen die Grössen A_1 und A'_1 um den Elastizitätsmodul, der einer von der Zeit unabhängigen Deformation entspricht, berechnen zu können. Allein es sind nur die Grössen A, A', A_0 direkt messbar, wobei zu bemerken, dass von den obigen Gleichungen nur zwei von einander unabhängig sind. Somit stehen uns zur Bestimmung von A_1 und A'_1 nur die beiden Gleichungen

$$A = A_1 + A_2 \qquad 8)$$

$$A_0 = -A_1 + A'_2 \qquad 9)$$

zu Gebote, indess A_2 und A'_2 nicht direkt messbar sind. Die Erfahrungen über die Elastizität weisen darauf hin, und die nachfolgenden Versuche bestätigen es, dass die elastische Dehnung beim Be- und Entlasten die gleiche Grösse hat. Somit können wir mit grosser Annäherung wenigstens die Relation:

$$A_1 = A'_1 \qquad 10)$$

annehmen, wenn während einer An- und Abspannung des Drahtes dessen sonstiger physikalischer Zustand derselbe bleibt. In Gleichung 6) gibt uns A' die elastische Nachwirkung in der Zeit einer Be- und der unmittelbar darauf

folgenden Entlastung. Wird die An- und Abspannung n mal hintereinander unter den bisherigen Voraussetzungen bewerkstelliget, so haben wir:

$$\sum_1^n A' = \sum_1^n (A_1 - A'_1) + \sum_1^n (A_2 + A'_2) \qquad 11)$$

und im Zusammenhalte mit

$$\sum_1^n A_1 - \sum_1^n A'_1 = 0 \qquad 12)$$

die Gleichung: $$\sum_1^n A' = \sum_1^n (A_2 + A'_2) \qquad 13)$$

wobei $\sum_1^n A'$ die in der Zeit $n\,(T + T_1)$ entstandene elastische Nachwirkung ist. In den Versuchen ist gewöhnlich $T = T_1$ somit die dem $\sum_1^n A'$ entsprechende Zeit $= 2nT$ genommen.

Bei n maliger, unmittelbar aufeinander folgender An- und Abspannung gehen die Gl. 8) und 9) im Zusammenhange mit Gl. 12) über in:

$$\sum_1^n A = \sum_1^n A_1 + \sum_1^n A_2 \qquad 14)$$

$$\sum_1^n A_0 = -\sum_1^n A_1 + \sum_1^n A'_2 \qquad 15)$$

woraus sich:

$$\sum_1^n A_1 = \frac{1}{2}\sum_1^n (A - A_0) - \frac{1}{2}\sum_1^n (A_2 - A'_2) \qquad 16)$$

ergibt. Da bei etwa successiver Aenderung des elastischen Zustandes z. B. infolge Temperaturänderung zwei unmittelbar auf einander folgende Werte von A_1 nahezu gleich gross sind, so wird selbst in diesem Falle die Gleichung 12)

Bestand haben und wir erhalten zur Bestimmung eines Mittelwertes von A_1 die Relation:

$$\frac{1}{n} \sum_1^n A_1 = \frac{1}{2n} \sum_1^n (A - A_0) - \frac{1}{2n} \sum_1^n (A_2 - A'_2) \quad 17)$$

Schliesst man die ersten m unmittelbar aufeinanderfolgenden An- und Abspannungen aus, so hat man da $\sum_{m+1}^n A_1 = (n - m) A_1$ die Hauptgleichung: 18)

$$\frac{1}{n-m} \sum_{m+1}^n A_1 = \frac{1}{n-m} \sum_{m+1}^n \frac{A - A_0}{2} - \frac{1}{n-m} \sum_{m+1}^n \frac{A_2 - A'_2}{2} = A_1$$

Die Erfahrung lehrt, dass schon bei $m = 1$ unter gewöhnlichen Verhältnissen das Glied $\frac{1}{n-m} \sum_{m+1}^n \frac{A_2 - A'_2}{2}$ gegen die übrigen vernachlässiget werden darf. In den kommenden Versuchen ist durchwegs $m = 1$ genommen, so dass wir

$$A_1 = \frac{1}{n-1} \sum_2^n \frac{A - A_0}{2} \quad 19)$$

erhalten. Eine Korrektur für den Fall, als die Weglassung des Gliedes unthunlich erscheinen sollte, was äusserst selten eintritt, wird in § 24 besprochen werden.

§ 6. Beschreibung des Apparates.

Bei allen in dieser Abhandlung in Betracht kommenden Versuchen wurden Verlängerungen der zu untersuchenden Metalldrähte durch Belastungen erzeugt und jene mittels einer Spiegelvorrichtung gemessen. Der Apparat (Fig. [illegible]) zur Hervorbringung der Verlängerungen bestand in [illegible] in allen seinen Teilen sehr kräftig gebauten [illegible] zwar ungleicharmigen Hebel (Schnellwage), [illegible] über seiner Unterstützungsschneide ein Spie[illegible]

ist. Die Wage ist an einem eichenen Balken von 180 cm Länge, 21 cm Höhe und 8,5 cm Breite befestigt, der an beiden Enden in der Mauer einer Fensteröffnung eingekeilt und in der Nähe des Aufhängepunktes der Wage durch einen — in der Zeichnung weggelassenen — Pfosten unterstützt ist. Eine Durchbiegung des Balkens konnte an einer Libelle bei den zu diesen Versuchen gebrauchten Belastungen nicht bemerkt werden. Die Befestigung der Wage an den Balken ist mittelst einer durch denselben geschobenen, dicken Eisenstange bewerkstelliget, die durch eine Schraubenmutter gehoben und gesenkt werden kann, um dadurch, nachdem der Draht eingespannt worden, dem Hebelarm jede beliebige Stellung geben zu können. Der zu untersuchende Draht wurde einerseits am kurzen Hebelarme mittelst eines Zwischenstückes und einer Klemme so befestiget, dass er sich bei der Drehung des Hebels in seiner ursprünglichen vertikalen Lage nahezu erhielt, anderseits ist er von einer unbeweglichen Klemme festgehalten, welche in einem entsprechend gewichtigen Stein eingelassen, der auf der Grundmauer des Gebäudes ruht. Wage, Klemme und sonstige Nebenteile des Apparates haben solche Dimensionen, dass von ihrer Dehnung gegenüber der des dünnen Drahtes abgesehen werden konnte. Sämmtliche Teile sind von Eisen. Auf der Seite des kürzeren Teils des Hebels ist ein Gegengewicht an einer Schraubenspindel verstellbar, wodurch der Hebel vor der Einspannung des Drahtes in's indifferente Gleichgewicht gebracht werden konnte. Zur feineren Einstellung auf's indifferente Gleichgewicht ist ausserdem unter der Unterstützungsschneide ein kleines Gegenwicht — in der Zeichnung weggelassen — angebracht, das an einer auf dem Hebel senkrecht abwärts angesetzten Schraube verstellbar ist. Das Fernrohr und die Skala sind an einer dicken Kirchenmauer mittelst dreier dicker Eisenstangen so befestiget, dass Temperaturveränderungen vor-

wiegend nur horizontale Verschiebungen der Fernrohrachse hervorbringen können. Nur bei ganz heftigen Erschütterungen konnte nicht abgelesen werden. Die Skala wurde durch eine aufgehängte, beliebig verstellbare Petroleumflamme beleuchtet.

Um den zu untersuchenden Draht verschiedenen Temperaturen aussetzen zu können, geht er (Fig. 2) durch ein Blechrohr, das von zwei Blechmänteln umgeben ist. Das ganze Gefäss steht auf drei — in der Zeichnung weggelassenen — Füssen. Aus dem seitlich angebrachten Siedegefässe strömt Wasserdampf ein, der mit dem im innersten Raume befindlichen Drahte nicht in Berührung kommen kann. Dieser Dampf steigt in dem mittleren Raume auf und in dem äusseren herab ins Freie. Auf diese Weise wird, wie Beobachtungen ergeben haben, die Temperatur in jeder Höhe beinahe die gleiche, wenn man den entsprechenden Zeitpunkt abwartet. Durch einen — in der Zeichnung weggelassenen — Hahn konnte der Dampfmantel vom Siedegefässe abgesperrt werden; das musste geschehen, wenn zur Erzeugung niederer Temperaturen der ganze Blechmantel durch eine verschliessbare Oeffnung im Deckel mit kaltem Wasser oder Eis angefüllt wurde. Am Boden besitzt das Gefäss einen Hahn zum Ablauf für das Kondensationswasser, welches indes, um die Abkühlung vom Boden aus hintanzuhalten, bei höheren Temperaturen des Raumes nie gänzlich entfernt wurde.

Die Temperatur des Raumes ward jedesmal auf beinahe 100° C gebracht und dann die Dampfzufuhr abgesperrt. Um eine allzu rasche Abkühlung bei den höheren Wärmegraden zu vermeiden, war nach Kohlrausch der Dampfmantel aussen mit einem etwa einen Centimeter dicken Filzmantel umgeben, eine Einrichtung, die sich auch hier gut bewährte. Der Raum zwischen dem Deckel und der Klemme beträgt ca. 1 cm, zwischen dem Boden des Dampf-

mantels und der unteren Klemme ca. 3 cm. Wäh
oben etwa 1 cm des Drahtes frei liegt, geht das u
dem Dampfzylinder hervortretende Drahtstück no
ein Metallröhrchen, das etwa 5 cm weit in den
hineinragt, wodurch das untere Drahtende nahezu
peratur des Ganzen annehmen kann. Oben und u
der innerste Raum des Dampfmantels mit Kork ve
und mit Lehm verstrichen. Der untere Kork
den Draht resp. das erwähnte Röhrchen ganz enge,
ihm oben ein mit Wolle ausgefüllter ganz klein
raum gelassen war.

Im innersten Raume des Dampfmantels stak e
silber-Thermometer, dessen zylindrisches, in die
zogenes Gefäss ungefähr in der Mitte des Mantels
ein sehr grosser Teil der Skala dieses sehr emp
Instruments aus dem Dampfraum hervorragte, war
wendigen Korrektur wegen ein Thermometer in
Skala angebracht.

Ein zur Erfüllung des Zweckes unentbehrli
des Apparates ist die Vorrichtung unter dem länger
arme, die dazu dient, die Belastung allmählig vo
wachsen und von P bis o abnehmen zu lassen.
wird es auch möglich, bei einiger Uebung in de
blicke, in welchen die Spannung einen der obene
äussersten Werte erreicht hat, mit einer anfangs
warteten Schärfe abzulesen. Diese Vorrichtung
besteht in einem Metalltischchen, das mittelst
Schraube und zweier Führungen sachte hinauf ge
hinabgelassen werden kann. Auf dem Tischchen
Belastungsstück, welches an einer Aufhängevorrich
gemacht ist. Diese fällt mit der Schneide ihre
Querstückes in einen schwachen Einschnitt des He
Um den Moment, in welchem die Belastung 0 od
für den Ablesenden und den Gehilfen, der das

stellt, scharf zu bezeichnen, ist seitlich ein elektrisches Läutwerk angebracht. Der Lauf des elektrischen Stromes ist aus der Zeichnung leicht zu ersehen. Das Geläute schweigt, sobald die Belastung 0 oder P ist. Indes ist bei einiger Uebung für den Ablesenden das Läutwerk unnötig, weil sich die kritischen Momente im Spiegel genügend scharf ankündigen. Beim Ablesen gebrauchte ich eine stellbare Sekundenuhr.

Um die Temperatur der eisernen Schienen, an welchen der Hebel aufgehängt ist, zu bestimmen, ist an einer derselben ein ausgehöhltes Eisenklötzchen mittelst Schrauben festgehalten. Die Höhle desselben ist mit Korkholz ausgefüttert und mit Quecksilber gefüllt. In der Wand der Höhle ist ein Schlitz so angebracht, dass das Quecksilber mit der Eisenschiene in unmittelbarer Berührung ist, und so mit dieser gleiche Temperatur hat. In dem Quecksilber steckt das Gefäss eines sehr empfindlichen Thermometers.

§ 7. Ausführung der Versuche im allgemeinen.

Die untersuchten Eisendrähte waren schon beim Ziehen ohne Buckel geblieben. Vor dem Einspannen in den Apparat wurden sie mit der Lupe auf etwaige Risse etc. untersucht. Der eingeklemmte Draht war durch einen ständigen Zug von cca. 2,6 kg per □mm gerade erhalten worden. Wenn das Belastungsstück den Hebel nicht berührte, wurde abgelesen, dann von dem Gehilfen das Tischchen mit thunlichst gleichförmiger Geschwindigkeit herabgelassen, bis das Belastungsstück dasselbe nicht mehr berührte — das Geläute schwieg alsdann — und nun sofort wieder abgelesen und sogleich das Tischchen wieder hinaufgeschraubt. Bei wieder unbelastetem Drahte wurde die, für den nächsten Versuch erste, Ablesung vorgenommen und dieses Spiel des Hebels n ($n = 5$) mal wiederholt. Die Belastung 0 und P dauerte gewöhnlich 3 bis 5 Sekunden. Auf diese Weise kann für

eine Mitteltemperatur die mittlere Dehnung gefunden werden. Die hiedurch beobachteten Zahlen sind in den kommenden Tabellen in den mit a, b, c überschriebenen Rubriken enthalten. Die Zahlen a_n, b_n c_n sollen die Ablesungen des n^{ten} Versuches bedeuten. Das Thermometer des Dampfmantels und das am Hebel angebrachte wurden am Anfang und am Ende einer jeden Versuchsgruppe sorgfältig abgelesen und die Ablesungen des ersteren entsprechend korrigiert. Von Zeit zu Zeit wurde auch die Lufttemperatur notiert.

§ 8. Theorie des Apparates im allgemeinen.

Fig. 3 stellt eine schematische Zeichnung des Apparates vor. SS sei die Skala, F das Fernrohr, JJ der Spiegel, HH der Hebel, letzterer in derjenigen Stellung, bei welcher der mit dem Fadenkreuz zusammenfallende Teilstrich der Skala, der mit 0 bezeichnet ist, abgelesen wird. Ich werde nach Kohlrausch diese Lage „mittlere Stellung" (m. St.) nennen. Von dieser m. St. aus müsste jede Messung vorgenommen werden. Obgleich der Apparat diese Einstellung vor jedem einzelnen Versuch gestatten würde, scheint dies, abgesehen von dem Zeitverluste nicht wohl thunlich, weil verschiedene Einflüsse, besonders die Wärme, Verstellungen zur Folge haben könnten. Anderseits erlaubt dies auch der Zweck der Beobachtung nicht immer. Diese Umstände erheischen es, bei der Berechnung der wirklichen Verlängerung des Drahtes von einer Anfangsstellung des Spiegels auszugehen, die bereits um φ_1^0 von der m. St. abweicht.

Ist die Entfernung des Spiegels in seiner m. St. von der Skala r_1 und die Länge des Hebelarmes $OH = r_2$, alle Grössen in Skalenteilen, deren einer = 2 mm gemessen; ferner die Entfernung des abgelesenen Skalenteiles von der m. St. n_2, sowie n_1 die Ablesung, wenn sich der Spiegel um φ_1^0 von seiner m. St. entfernt hat, also $\varphi^0 = \varphi_1^0 - \varphi_1^0$ seine wirkliche Drehung beträgt, und der Zeiger im Fern-

rohr um $z = n_1 - n_0$ Skalenteile bewegt worden ist, so hat man, wenn l_0, l_1, l die den Winkeln entsprechenden Verlängerungen des Drahtes sind:

$$l = l_1 - l_0 = 2r_2 \left(\sin \frac{\varphi_1}{2} - \sin \frac{\varphi_0}{2}\right) \qquad 20)$$

wo φ_0 und φ_1 aus den Gleichungen

$$n_0 = r_1 \operatorname{tg} 2\varphi_0 \qquad 21)$$

$$n_1 = r_1 \operatorname{tg} 2\varphi_1 \qquad 22)$$

zu bestimmen sind. Dabei sind die Bogen l_0, l_1, l als gerade genommen und ist von den kleinen Aenderungen des r_1 infolge der Drehung des Spiegels, sowie davon, dass die Spiegelebene nicht die Drehungsachse enthält, sondern sich beide nur sehr nahe sind, abgesehen.

Für die hier in Betracht kommenden Winkel kann die Rechnung von denselben unabhängig gemacht werden, indem eine Reihenentwickelung der Werte von φ_0 und φ_1 aus Gl. 21) und 22)

$$\sin. \frac{\varphi_0}{2} = \frac{n_0}{4r_1} \left[1 - \frac{11}{2} \cdot \left(\frac{n_0}{4r_1}\right)^2\right] \text{ und analog}$$

$$\sin \frac{\varphi_1}{2} = \frac{n_1}{4r_1} \left[1 - \frac{11}{2} \cdot \left(\frac{n_1}{4r_1}\right)^2\right] \text{ ergibt.}$$

Die Benützung dieser Werte führt zu:

$$l = 2r_2 \left[\frac{n_1 - n_0}{4r_1} - \frac{11}{2} \cdot \frac{n_1^3 - n_0^3}{(4r_1)^3}\right] \qquad 23)$$

Ist $n_1 - n_0 = z$ ein gegen $4r_1$ kleiner Wert, so kann

$$l = \frac{1}{2} \cdot \frac{r_2}{r_1} \cdot z \qquad 24)$$

genommen werden.

§ 9. Einfluss der Temperatur auf den Apparat.

Wenn während eines Versuches eine Temperaturänderung vor sich geht, so veranlasst sowohl die Längenveränderung des Drahtes als auch des vertikalen Teils der Hebelvorrichtung eine Verstellung des Skalenzeigers und zwar beider in gleichem oder entgegengesetztem Sinne, je nachdem die Temperaturänderung bei beiden in gleichem oder verschiedenem Sinne vor sich geht. Denkt man diese Längenveränderungen getrennt sich vollziehend, so zeigt Fig. 4 den Vorgang im Apparate. Ist die Temperaturänderung im Apparate $\tau_1 - \tau_0$, im Drahte $t - T$ und sind die entsprechenden Längenänderungen $'l$ und $''l$, so ist im

Hinblicke auf Gl. 24) $$z = 2\,\frac{r_1}{r_2}\,l \qquad 25)$$

und da $$l = r_2\,(\varphi_1 + \varphi_2) \qquad 26)$$

und $'l = r_2\,\varphi_1$ sowie $''l = r_2\,\varphi_2$, so ist:

$$z = 2\,\frac{r_1}{r_2}\,('l + ''l)$$

Ist nun d_1 die Länge des hier in Betracht kommenden vertikalen Teils des Apparates und d_2 die des Drahtes, beide in Skalenteilen gemessen, sind dann α_1 und α_2 die bezüglichen thermischen Ausdehnungskoëffizienten, so ist: $'l = d_1\,\alpha_1\,(\tau_1 - \tau_0)$ und $''l = d_2\,\alpha_2\,(t - T)$, und somit

$$z = 2\,\frac{r_1}{r_2}\left[k_1\,(\tau_1 - \tau_0) + k_2\,(t - T)\right] \qquad 27)$$

In unserem Falle wird:

$$k_1 = d_1\,\alpha_1 = 430.0{,}000012 = 0{,}005160$$
$$k_2 = d_2\,\alpha_2 = 536.0{,}000012 = 0{,}006432$$
$$2\,\frac{r_1}{r_2} = 2\,.\,\frac{2806}{35{,}4} = 2\,.\,79{,}265 = 158{,}530.$$

Für verhältnismässig kurze Zeiten kann häufig $\tau_1 - \tau_0 = 0$ gesetzt werden, dann ist $z = 2 \frac{r_1}{r_2} k_2 (t-T) = 1{,}07 (t-T)$

Diese zu Korrektionen häufig gebrauchte Formel wurde experimentell geprüft. Das arithmetische Mittel aus 12 Beobachtungen ergab 1,08 Skalenteile für einen Grad der Temperaturänderung. Lässt man eine bei den höheren Temperaturen gemachte Beobachtung, welche etwas weit vom Mittel abweicht, weil anfänglich $\tau_1 - \tau_0 = 0$ auch für kurze Zeit nicht mehr genügend genau sein wird, weg, so erhält man als Mittel der übrigen Beobachtungen zufällig 1,07 Skalenteil für 1° C.

§. 10. Ermittelung der Temperatur des untersuchten Drahtes.

Das in dem Blechmantel angebrachte Thermometer wurde nur zur Bestimmung der extremen und der zu Korrektionsrechnungen notwendigen Temperaturen gebraucht. Von der Verwendung desselben zur Bestimmung der Temperatur des untersuchten Drahtes wurde abgesehen, weil anzunehmen ist, dass zwar der dünne Draht, nicht aber das mit einem ziemlich grossen Gefässe versehene Thermometer der Abkühlung des Dampfraumes folgen werde, somit eine Korrektur der Ablesungen erforderlich geworden wäre. Ich entschloss mich daher, die jeweilige Temperatur des Drahtes aus den Spiegelablesungen zu berechnen, also ihn selbst als thermometrische Substanz zu benützen. Hiedurch wird auch noch dem Umstande, dass der Draht voraussichtlich nicht in seiner ganzen Länge vollkommen genau dieselbe Temperatur besitzt, Rechnung getragen. Man erhält eine mittlere Temperatur des Drahtes, sowie den dieser entsprechenden mittleren Einfluss auf die Elastizität desselben. Um eine Korrektur wegen der Aenderung des thermischen

fizienten infolge der Spannung[1]) des Drahtes zu um-
g ien, rde behufs Temperaturbestimmung stets bei fast
t esp em Drahte an der Spiegelskala abgelesen. Ausser-
ah die Ablesung behufs Temperaturbestimmung
er Draht einige Zeit schwach gespannt gewesen
den aus der elastischen Nachwirkung entspri-
hler auf ein Minimum zu reduzieren.

eichnet nun T die Anfangstemperatur des Drahtes,
τ_0 Anfangstemperatur des v tikalen Teils des Apparates,
s i abgelesenen nteil, ferner t die Endtem-
pe s, τ_1 die pparates und n_1 den hiebei
beobachteten enteil, so ist gemäss Gl. 27)

$$n_1 - n_0 = 2\,\frac{r_1}{r_2}\left[k_1(\tau_1 - \tau_0) + k_2(t - T)\right]$$ woraus sich

ergibt: $$t = T + C \cdot \frac{1}{\alpha_2}(n_1 - n_0) - \frac{k_1}{k_2}(\tau_1 - \tau_0) \qquad 28)$$

Hierin ist für unsere Versuche

$$C = \frac{1}{2} \cdot \frac{r_2}{r_1} \cdot \frac{1}{d_2} = \frac{1}{2} \cdot \frac{35{,}4}{2806} \cdot \frac{1}{536} = 0{,}00001177$$

und $\frac{k_1}{k_2} = 0{,}87 = c$

Zur Bestimmung von $\frac{k_1}{k_2} = \frac{d_1\alpha_1}{d_2\alpha_2}$ ist $\alpha_1 = \alpha_2$ genommen worden, was wegen der durchschnittlich geringen Werte der Differenz $\tau_1 - \tau_0$ wohl zulässig erscheint.

Nun ist $\frac{dt}{d\alpha} = -C(n_1 - n_0)\,\alpha_2^{-2}$; es würde somit ein um $\Delta\alpha_2 = 0{,}0000001$ fehlerhafter Wert einen Temperatur-

1) Dahlander, Poggendorff's Annalen. Bd. 145.

fehler $\Delta t = - C(n_1 - n_0)\alpha_2^{-2}\Delta\alpha_2$ nach sich ziehen. Dies gäbe für $n_1 - n_0 = 100$ schon $- 0{,}8^0$ C. Es erscheint somit nicht nur notwendig für den vorliegenden Fall α_2 besonders zu bestimmen, sondern auch auf dessen Abhängigkeit von der Temperatur Rücksicht zu nehmen. Ersteres geschah, indem man die Temperatur des Drahtes von der ziemlich nahe an 0^0 liegenden bis zum Siedepunkte erhöhte und am Anfange und Ende die sämmtlichen in Gl. 28) vorkommenden Grössen, insoweit diess möglich, ablas und hieraus α_2 berechnete. Es müssen schon deshalb extreme Temperaturen gewählt werden, um die Thermometerablesung als zuverlässig betrachten zu können. Das Resultat der Beobachtung und Rechnung enthält die

Tabelle I.

Nr.	T	r_0	n_0	t	r_1	n_1	α_2 (berechnet)	Mittelwert von α_2 für:
1	4,81	5,10	74,4	98,7	9,60	178,0	0,000012466	4,10⁰ bis 98,66⁰ C
2	3,62	4,45	71,0	99,0	8,10	174,8	0,000012395	0,000012429
3	3,87	4,45	71,0	99,0	8,10	174,8	0,000012427	
4	3,87	4,45	71,0	8,52	5,55	76,3	0,000011118	3,75⁰ bis 8,52⁰ C
5	3,62	4,45	71,0	8,52	5,55	76,3	0,000010644	0,000010881

Der erste der vorstehenden Mittelwerte kann als Ausdehnungskoëffizient des Drahtes zwischen 0^0 und 100^0, der zweite als solcher zwischen 0^0 und 10^0 C. betrachtet werden.

Die Anwendung der Formel:

$$L = L_0\ (1 + \grave{\alpha} t + \grave{\grave{\alpha}} t^2)\ ^{1)}$$

wobei für Eisen $\grave{\alpha} = 0{,}0000103895$, $\grave{\grave{\alpha}} = 0{,}000000014315$, ergibt als Ausdehnungskoëffizienten für:

$0^0 - 10^0$C: 0,00001053265 für

1) Mousson, § 460.

$0^0 - 100^0$C: 0,0000118210. Während aber $\frac{0{,}0000118210}{0{,}00001053265}$ $= 1{,}1223$, ist $\frac{0{,}000012429}{0{,}000010881} = 1{,}1422$.

Die Zahl 0,000010881 kann als von Hauptfehlern frei angesehen werden, weil sich die zu ihrer Berechnung nötigen Grössen genau ablesen liessen. Dies ist bei dem andern Mittelwert bezüglich des τ_1 nicht der Fall. Es erscheint der Mittelwert des Ausdehnungskoëffizienten zwischen 0^0 und 100^0 zu hoch; er soll, vorausgesetzt, dass der Einfluss der Temperatur auf den thermischen Koëffizienten aller Eisensorten wenigstens annähernd derselbe ist, nur $0{,}000010881 \,.\, 1{,}1223 = 0{,}00001221202$ betragen.

Beachtet man, dass

$$\frac{d\,\alpha_2}{d\,\tau_1} = -\,C\,c\,(n_1 - n_0)\,[t - T + c\,(\tau_1 - \tau_0)]^{-2}, \quad 29)$$

so ist der Fehler $\Delta\,\alpha_2 = -\,\frac{d\,\alpha_2}{d\,\tau_1}\,\Delta\,\tau_1$, und man sieht, dass ein neg. Fehler bei der Ablesung des τ_1 einen pos. bei α_2 erzeugt.

Wenn man berücksichtiget, dass der vertikale Teil des Apparates vom Dampfmantel wegen des verschiedenen Abstandes seiner Teile von der Wärmequelle ungleich erwärmt werden muss, so kann der abgelesene Wert τ_1, sobald er sich merklich von der Lufttemperatur entfernt, nur als ein Mittelwert betrachtet werden. Zufolge Gl. 29) beinflusst ein Fehler von 1^0 noch die 7. Stelle, die wir noch genau kennen sollen, wenn der untersuchte Draht als Thermometer benützt werden will. Es wird an der passenden Stelle eine Korrektur angebracht werden.

§ 11. Berücksichtigung der Veränderlichkeit von α_2.

Für genaue Temperaturmessungen bei grossen Intervallen ist es, wie schon erwähnt, notwendig, die Abhängig-

keit des thermischen Koëffizienten von der Temperatur in Betracht zu ziehen.

Ist L_0 die Länge des Drahtes bei 0^0, L_T bei T^0 und L_t bei t^0, so ist:

$$L_T = L_0\ (1 + \grave{\alpha}\, T + \grave{\grave{\alpha}}\, T^2)$$
$$L_t = L_0\ (1 + \grave{\alpha}\, t + \grave{\grave{\alpha}}\, t^2) \text{ somit}$$
$$L_t = L_T \cdot \frac{1 + \grave{\alpha}\, t + \grave{\grave{\alpha}}\, t^2}{1 + \grave{\alpha}\, T + \grave{\grave{\alpha}}\, T^2} \text{ wofür} \qquad 30)$$
$$L_t = L_T\, [1 + \grave{\alpha}\, (t - T) + \grave{\grave{\alpha}}\, (t^2 - T^2)]$$

gesetzt werden kann. Darnach dehnt sich die Länge L_T bei der Temperaturerhöhung von T^0 auf t^0 um

$$L_t - L_T = L_T\, [\grave{\alpha}\, (t - T) + \grave{\grave{\alpha}}\, (t^2 - T^2)] \qquad 31) \text{ aus.}$$

Da bei so grossen Temperaturunterschieden, wie sie hier vorkommen, auch darauf Rücksicht zu nehmen ist, an welcher Stelle der Skala abgelesen wird, so haben wir unter Einführung der bisher gebrauchten Bezeichnungen die Gleichung:

$$d_1\, \alpha_1\, (\tau_1 - \tau_0) + d_2\, [\grave{\alpha}(t - T) + \grave{\grave{\alpha}}\, (t^2 - T^2)] -$$
$$2 r_2 \left[\frac{n_1 - n_0}{4\, r_1} - \frac{11}{2} \cdot \frac{n_1^{\,3} - n_0^{\,3}}{(4\, r_1)^3} \right] = 0 \qquad 32)$$

Daraus ergibt sich unter Hinweglassung des neg. Wurzelwertes:

$$t = \frac{1}{2\grave{\grave{\alpha}}} \left\{ - \grave{\alpha} + \sqrt{4\, \grave{\grave{\alpha}} \left[\grave{\alpha}\, T + \grave{\grave{\alpha}}\, T^2 + 2\, \frac{r_2}{d_2} \cdot \left(\frac{n_1 - n_0}{4 r_1} - \frac{11}{2} \cdot \frac{n_1^{\,3} - n_0^{\,3}}{(4\, r_1)^3} \right) - \frac{d_1}{d_2}\, \alpha_1 (\tau_1 - \tau_0) \right] + \grave{\alpha}^2} \right\} \qquad 33)$$

Setzt man der Kürze halber:

$$\frac{\grave{\alpha}}{\grave{\grave{\alpha}}} = q_1 \qquad \frac{11}{64} \cdot \frac{r_2}{d_2\, r_1^{\,3}\, \grave{\grave{\alpha}}} = q_3 \qquad \left(\frac{\grave{\alpha}}{2\grave{\grave{\alpha}}}\right)^2 = q_5$$

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{r_2}{d_2\, r_1\, \grave{\grave{\alpha}}} = q_2 \qquad \frac{d_1\, \alpha_1}{d_2\, \grave{\grave{\alpha}}} = q_4 \qquad \frac{\grave{\alpha}}{2\grave{\grave{\alpha}}} = q_6$$

so geht Gl. 33) in folgende über:

$$t = \sqrt{T^2 + q_1 T + q_2 (n_1 - n_0) - q_3 (n_1^3 - n_0^3) - q_4 (\tau_1 - \tau_0) + q_5} - q_6 \qquad 34)$$

§ 12. Die Korrektur der Ablesung τ_1.

Wenn der Dampfmantel bis zum Siedepunkt erhitzt wird, so ist die Temperatur des vertikalen Teils des Apparates von der Lufttemperatur τ verschieden und τ_1 nur als genähert richtig zu betrachten. Da für $\tau_1 = \tau$ der Fehler der Ablesung 0 sein muss, so dürfte es angehen, ihn $= \gamma (\tau_1 - \tau)$ zu setzen, wobei γ eine für ein bestimmtes τ_1 und τ zu bestimmende Konstante ist. Dann geht das Glied $q_4 (\tau_1 - \tau)$ der Gl. 34) in

$$q_4 [\tau_1 + \gamma (\tau_1 - \tau) - \tau_0] = q_4 [(\tau_1 - \tau_0) + \gamma (\tau_1 - \tau)]$$

über. Sobald bei einem Versuche nahezu $\tau_1 = \tau$ wird, muss für die Folge $\gamma = 0$ gesetzt werden. Auf diese Weise ergibt sich für

$$t = \sqrt{T (T + q_1) + q_2 (n_1 - n_0) - q_3 (n_1^3 - n_0^3) - q_4 [(\tau_1 - \tau_0) + \gamma (\tau_1 - \tau)] + q_5} - q_6 \qquad 35)$$

Da, wenn der Dampfmantel vollständig erkaltet T und wenn er bis zum Siedepunkte erwärmt auch t genau abgelesen werden kann, so lässt sich für jeden Versuchstag γ aus folgendem aus Gl. 35) hervorgehendem Ausdrucke berechnen; es ist nämlich:

$$\gamma = \frac{T (T + q_1) + q_2 (n_1 - n_0) + q_5 - (t + q_6)^2 - q_3 (n_1^3 - n_0^3)}{q_4 (\tau_1 - \tau)} - \frac{\tau_1 - \tau_0}{\tau_1 - \tau} \qquad 36)$$

§ 13. Bestimmung der mittleren Temperatur des Drahtes während eines kleinen Zeitraumes.

Weil die in den Tabellen angeführten Versuche stets einige Minuten in Anspruch nehmen, so ist zur Ermittelung der Beziehung von Elastizität und Temperatur die mittlere Temperatur des Drahtes während des Zeitraumes von der Ablesung a_1 bis zu jener c_n (gewöhnlich c_5) zu ermitteln. Steigt während dieser Zeit die Temperatur im Gefässe von $\grave{\tau}_0$ auf $\grave{\tau}_1$, welche Werte am gebogenen Thermometer mit hinreichender Sicherheit angezeigt werden, so ist, da am Ende des Versuches der Zeiger im Fernrohre auf dem Teilstrich, von Temperaturänderung des Apparates und Nachwirkung abgesehen, $a_1 + 2\frac{r_1}{r_2} k_2 (\grave{\tau}_1 - \grave{\tau}_0)$ gestanden wäre:

$$n_1 = \frac{a_1 + a_1 + 2\frac{r_1}{r_2} k_2 (\grave{\tau}_1 - \grave{\tau}_0)}{2} = a_1 + \frac{r_1}{r_2} k_2 (\grave{\tau}_1 - \grave{\tau}_0),$$

wo a_1 die erste Ablesung ist. Setzt man $n_1 = a_1 + \nu_1$ so geht Gl. 35) in folgende über:

$$t = \sqrt{T(T + q_1) + q_2 [(a_1 + \nu_1) - n_0] - q_3 [(a_1 + \nu_1)^3 - n_0^3] - q_4 [(\tau_1 - \tau_0) + \gamma (\tau_1 - \tau)] + q_5} - q_6 \qquad 37)$$

worin $\nu_1 = \frac{r_1}{r_2} d_2 \alpha_2 (\grave{\tau}_1 - \grave{\tau}_0)$ ist.

§ 14. Bestimmung der Konstanten $\grave{\alpha}$ und $\grave{\alpha}'$ in Gl. 33) für den untersuchten Draht.

Hiebei setze ich voraus, dass bei verschiedenen Eisendrahtsorten die Aenderung der thermischen Ausdehnung mit der Temperatur nach demselben Gesetze vor sich gehe.

Setzt m[illegible] in Gl. 30) $L_T = 1$ und $L_t - L_T = {}_T^tL$ dann ist für den [illegible]ormaldraht [1])

$$ {}_T^tL_0 = 0[illegible]000103895\ (t - T) + 0{,}000000014135\ (t^2 - T^2) \qquad 38) $$

[illegible] den untersuchten Draht ist:

$$ {}_T^tL = \dot{\alpha}\,(t - T) + \ddot{\alpha}\,(t^2 - T^2) \qquad 39) $$

Ist der mittlere Ausdehnungskoëffizient des Normaldrahtes $\dot{\alpha}_0 = \frac{{}_T^tL_0}{t - T}$, der des untersuchten

$$ \alpha = \frac{{}_T^tL}{t - T}, \text{ so hat man} $$

$$ {}_T^tL = x \cdot {}_T^tL_0 \text{ also } x = \frac{\alpha}{\alpha_0}. $$

Somit ist:

$$ \dot{\alpha} = \frac{\alpha}{\alpha_0} \cdot 0{,}0000103895 = 0{,}000010732 $$

$$ \ddot{\alpha} = \frac{\alpha}{\alpha_0} \cdot 0{,}000000014135 = 0{,}000000014788, $$ weil nach Gleichung 38)

${}_0^{10}\alpha_0 = 0{,}000010533$ und nach Tabelle I

${}_0^{10}\alpha = 0{,}000010881$ ist.

§ 15. Die Konstanten q in der Gl. 37).

Nun ist für den untersuchten Draht:

$$ q_1 = \frac{\dot{\alpha}}{\ddot{\alpha}} = \frac{0{,}000010732}{0{,}000000014788} = 725{,}7237. $$

$$ q_2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{r_2}{d_2\, r_1\, \ddot{\alpha}} = \frac{1}{2} \cdot \frac{35{,}4}{536.2806.0{,}000000014788} = 795{,}[illegible] $$

1) Mousson, Physik, § 460.

$$q_3 = \frac{11}{64} \cdot \frac{r_2}{d_2\, r_1^{\,3}\, \alpha''} = \frac{11}{64} \cdot \frac{35{,}4}{536.2806^3.0{,}000000014788}$$
$$= 0{,}000034744$$

$$q_4 = \frac{d_1\, \alpha_1}{d_2\, \alpha''} = \frac{430.0{,}000012}{536.0{,}000000014788} = 650{,}9917$$

$$q_5 = \left(\frac{\alpha'}{2\,\alpha''}\right)^2 = 131668{,}73$$

$$q_6 = \frac{\alpha'}{2\alpha''} = 362{,}8618$$

Endlich $\nu_1 = 0{,}51\,(\tau_1 - \tau_0)$.

§ 16. Einfluss der Temperatur auf den Hebel.

Endlich ist noch eine mögliche Fehlerquelle des Apparates zu untersuchen. Durch das Dampfgefäss wird der über ihm stehende kürzere Hebelarm von Ablesung zu Ablesung eine Temperaturveränderung erfahren und dadurch die Zeigerstellung verändert. Es sei bei der Ablesung n die Temperatur w und die Winkelstellung des Hebels φ^0, dann wird bei der Temperatur w_1 des Hebels die Ablesung n_1 und die Winkelstellung φ_1^0 stattfinden und zwar infolge der Längenänderung des kürzeren Hebelarmes, während die Drahtlänge unverändert blieb. Dies führt zu der Relation:

$r_2\, \varphi = r_2\, [1 + \alpha_1\, (w_1 - w)]\, \varphi_1$ oder nach Einführung der Werte für φ und φ_1

$$n = n_1\, [1 + \alpha_1\, (w_1 - w)].$$

Diese Gleichung zeigt, dass der Unterschied zwischen der richtigen Ablesung n und der falschen n_1 selbst bei den grössten hier vorkommenden Werten von n_1, α_1, w_1 und w nicht $^1/_{10}$ Skalentheil erreicht, somit die Beobachtung nicht fehlerhaft macht, weshalb diese Fehlerquelle gänzlich vernachlässiget werden wird.

§ 17. Das Thermometer im Dampfraume.

Dasselbe liess an Richtigkeit sehr viel zu wünschen übrig. Es wurde deshalb nach einem anderen sehr gut kalibrischem Thermometer, nachdem die Fundamentalpunkte dieses genau bestimmt worden waren, durch Beobachtung von 10° zu 10° und Interpolation unter Berücksichtigung des freiliegenden Teils des Quecksilberfadens etc. korrigiert. Wenn im Normalthermometer die Zahl N abgelesen wurde, so ergab sich die wahre Temperatur t desselben aus der Formel: $t = -0{,}13 + 1{,}0045\,N$.

§ 18. Verwendung der Ablesungen a, b, c, zur Berechnung von A_1.

Zur Berechnung der elastischen Verlängerung in Skalenteilen haben wir in die Gl. 19) die beobachteten Werte a_0, b_0, c_0 einzuführen. Zugleich ist aber auch darauf Bedacht zu nehmen, dass infolge etwaiger Temperaturänderung des Drahtes oder vertikalen Teils des Apparates oder beider zugleich die Ablesung nicht die Werte von A und A_1 genau liefert. Bezeichnen wir den beim Anspannen des Drahtes durch Temperaturerhöhung entstandenen Fehler der Ablesung mit p_1, den beim unmittelbar darauf folgenden Abspannen mit p_2, so hat man:

$$b - a = A - A_2 - p_1 = A - p_1 \qquad 40$$

$$c - b = -A_1 - A_2 - p_2 = A_1 - p_2 \qquad 41$$

Also:

$$A = b - a - p_1 \qquad 42$$

$$A_1 = c - b - p_2 \qquad 43$$

und folglich:

$$A_1 = \frac{1}{2-1}\left\{\sum (b - a - c - (p_1 - p_2)\right\} \qquad 44$$

§ 19. Die Abkühlungsgeschwindigkeit des Dampfraumes.

I. Für das Wertverhältnis von p_1 und p_2 in Gl. 44) ist die Abkühlungsgeschwindigkeit des Dampfraumes zunächst massgebend. Ist nun t die Temperaturdifferenz desselben und der Luft zur Zeit x vom Momente an gerechnet, wo erstere T_0 ist, und K eine Konstante, so ist nach dem *Newton*'schen Abkühlungsgesetze:

$$-\frac{dt}{dx} = Kt \qquad 45)$$

Die Gleichung: $\int \frac{dt}{t} = -K \int dx$ liefert

$$t = T_0 e^{-Kx} \qquad 46)$$

Zur Bestimmung der Konstanten K hat man:

$$K = \frac{\log t_1 - \log t_2}{(x_2 - x_1) \log e} \qquad 47)$$

Diese Ausdrücke sind bekanntlich nur bis zu Temperaturdifferenzen von etwa 50° C verwendbar. Es wurde ein Versuch, bei welchem die mittlere Temperatur der Luft 17,75° C betrug, angestellt. Für die Wertpaare:

$$\text{I.} \begin{cases} t_1 = 27{,}35; & x_1 = 262{,}5 \\ t_2 = 10{,}19; & x_2 = 557{,}5 \end{cases} \qquad \text{II.} \begin{cases} t_1 = 45{,}78; & x_1 = 115 \\ t_2 = 34{,}40; & x_2 = 194 \end{cases}$$

ergab sich beziehungsweise:

$K_I = 0{,}003346$; $K_{II} = 0{,}003618$ und als Mittelwert $K = 0{,}0035$.

II. Wendet man für höhere Temperaturdifferenzen nach *Petit* und *Dulong* die Form:

$$t = T_0 m^{\alpha x + \beta x^2} \qquad 48)$$

ält man, wenn $M = 0{,}43429$ (M. d. gem. Logar.-tems) und $m = 10$ genommen wird:

$$\alpha = M \cdot \frac{x_2^2 \log \frac{t_1}{T_0} - x_1^2 \log \frac{t_2}{T_0}}{x_1 x_2 (x_2 - x_1)}$$

$$\beta = M \cdot \frac{x_2 \log \frac{t_1}{T_0} - x_1 \log \frac{t_2}{T_0}}{x_1 x_2 (x_1 - x_2)}$$

Nimmt man aus derselben Versuchsreihe wie bei I die Wertpaare:

$$\left.\begin{array}{ll} t_1 = 66{,}85 & x_1 = 29{,}15 \\ t_2 = 56{,}17 & x_2 = 60{,}12 \end{array}\right\} \text{III} \qquad \left.\begin{array}{ll} t_1 = 60{,}57 & x_1 = 52{,}00 \\ t_2 = 45{,}78 & x_2 = 115{,}00 \end{array}\right\} \text{IV}$$

so erhält man die Mittelwerte:

$$\alpha = -0{,}00285; \ \beta = 0{,}00000528.$$

§ 20. Beziehung der Werte p_1 und p_2.

I. Die Zeiten, welche zum An- und Abspannen gebraucht werden, können als gleich angesehen und ihre Grösse kann immer < 1 gemacht werden. Die Zeit des Anspannens betrage ξ, die während derselben vor sich gegangene Temperaturveränderung δ_1, die während des Abspannens δ_2. Wie schon erwähnt, muss man der Temperaturänderung des Drahtes den weitaus überwiegenden Einfluss auf die Grösse von p_1 und p_2 zuschreiben. Dies vorausgesetzt erhält man:

$$t = T_0 e^{-Kx}$$

$$t_1 = T_0 e^{-K(x+\xi)}; \text{ daher}$$

$$\frac{t - t_1}{t_1} = e^{K\xi} - 1 \text{ und}$$

$$\delta_1 = t_1 (e^{K\xi} - 1); \text{ analog ist:}$$

$$\frac{t_2 - t_1}{t_1} = e^{-K\xi} - 1 \text{ somit}$$

$$\delta_2 = - t_1 (e^{-K\xi} - 1).$$

Da $e^{\pm K\xi} = 1 \pm K\xi + \frac{K}{2!}\xi^2 \pm \ldots\ldots$ ist und beim 3. Gliede abgebrochen werden kann, so ist

$$\delta_1 = t_1 K\xi$$
$$\delta_2 = t_1 K\xi \text{ also } \delta_1 = \delta_2 \text{ und somit auch}$$
$$p_1 = p_2 \text{ für Temperaturen bis etwa } 50^0 \text{ C.}$$

II. Für höhere Temperaturen hat man zur Zeit $x + \xi$ und $x + 2\xi$.

$$t_1 = T_0 m^{\alpha(x+\xi) + \beta(x+\xi)^2}$$

$$t_2 = T_0 m^{\alpha(x+2\xi) + \beta(x+2\xi)^2} \text{ und daraus}$$

$$t - t_1 = \delta_1 = t_1 \left[m^{-(\alpha\xi + 2\beta x\xi + \beta\xi^2)} - 1 \right]$$

$$t_2 - t_1 = - \delta_2 = t_1 \left[m^{\alpha\xi + 2\beta x\xi + 3\beta\xi^2} - 1 \right]$$

Eine Entwickelung nach der Maclaurin'schen Reihe nach Potenzen von ξ gibt, wenn man mit dem 2. Gliede abbricht:

$$-(\alpha\xi + 2\beta x\xi + \beta\xi^2) = 1 - (\alpha + 2\beta x)\, l\,(m) \cdot \xi + \ldots$$

$$m^{\alpha\xi + 2\beta x\xi + 3\beta\xi^2} = 1 + (\alpha + 2\beta x)\, l.\,(m) \cdot \xi + \ldots$$

somit:

$$= - t_1\,(\alpha + 2\beta x)\, l.\,(m)\,.\,\xi$$

$\delta_2 = - t_1\,(\alpha + 2\beta x)\, l.\,(m)\,.\,\xi$ also ist $\delta_1 = \delta_2$ und schliesslich $p_1 = p_2$ auch für l[illegible] Temperaturdifferenzen.

§ 21. Elimination des [illegible]peratureinflusses auf die Beoba[illegible]tung.

Da gemäss § 20 für [illegible] hier in Betracht kommende Beobachtungszeiten $p_1 - p_2 = 0$ gesetzt werden darf, so geht die Gl. 44) in

$$A_1 = \frac{1}{n-1} \sum_2^n \left[b - \frac{a+c}{2} \right] \qquad 48)$$

für die folgenden Versuche über. Wie aus ihr ersichtlich wird die Beobachtung durch das in § 7 angegebene Versuchsverfahren von der Temperatur bei Messung der elastischen Dehnung unabhängig.

§ 22. Zahlenwert des Verhältnises von p_1 und p_2.

Im vorigen § wurde die in der Regel anwendbare Formel zur Ermittelung der elastischen Dehnung aufgestellt. Um ein Urteil zu bekommen, in wieweit für eine Versuchsreihe $p_1 - p_2 = 0$ als hinlänglich richtig genommen werden darf, ist es nicht überflüssig, das Zahlenverhältnis von δ_1 und δ_2 (§ 20) genau zu kennen.

1. Für Temperaturdifferenzen bis ungefähr 30° C. ist dieses Verhältnis von der Zeit x unabhängig.

also für denselben Versuch konstant. Man erhält aus den Gleichungen des § 20 I

$$\delta_2 = \delta_1 \,.\, e^{-K\xi} \qquad 49)$$

Bei den später angeführten Versuchen entfällt auf die 10 An- und Abspannungen höchstens die Zeit von 4′, somit ist $\xi = 0{,}4'$. Ferner ist für die Mitteltemperatur der Luft von 17,75° C

$$e^{K\xi} = 2{,}71828^{0{,}0035.0{,}4} = 1{,}0014 \text{ somit}$$

$$\delta_2 = 0{,}99860\,\delta_1.$$

II. Für höhere Temperaturdifferenzen ist nach den Gleichungen des § 20 II:

$$\frac{\delta_2}{\delta_1} = \frac{1 - m^{\alpha\xi + 2\beta x\xi + \beta\xi^2} \,.\, m^{2\beta\xi^2}}{1 - m^{\alpha\xi + 2\beta x\xi + \beta\xi^2}} \cdot m^{\alpha\xi + 2\beta x\xi + \beta\xi^2}$$

Setzt man $u = m^{\alpha\xi + 2\beta x\xi + \beta\xi^2}$ so ergibt sich:

$$\delta_2 = \frac{1 - u \,.\, m^{2\beta\xi^2}}{1 - u} \,.\, u \,.\, \delta_1 \qquad 50)$$

Unter Benützung der Zahlen der im § 19 erwähnten Versuchsreihe erhält man:

$$\alpha\xi = -0{,}001140;\ 2\beta x\xi = 0{,}00004224;\ \beta\xi^2 = 0{,}00000084;$$

$$m^{2\beta\xi} = 1{,}0000039;$$

sohin kann man $\delta_2 = u \,.\, \delta_1$ setzen. Der Wert von u ist von der Zeit x abhängig. Es wird für den in Rede stehenden Fall für $x = 10'$ das $\delta_2 = 0{,}99748\delta_1$. Für kleinere Werte von x muss sich u weiter von 1 entfernen. In der That wird für $x = 1'$ das $u = 0{,}99739$.

III. Die in I und II ermittelten Zahlenverhältnisse gelten strenge nur für die Lufttemperatur von 17,75°C. Die nachfolgenden Versuche wurden meist im Winter bei niederen Zimmertemperaturen — durchschnittlich 3 — 6°C — angestellt. Die auf der Skala sich aufzeichnenden Werte p_1 und p_2 sind jenen von δ_1 und δ_2 proportional. Die Gl. $p_1 - p_2 = 0$ verliert möglicherweise ihre bislang genügend strenge Giltigkeit zunächst bei höheren Temperaturdifferenzen. Aber auch hier sind die Abweichungen der von x abhängigen Werte u von einander so gering, dass man recht wohl einen Mittelwert benützen darf. Es sei dieser ν, so erhält man für 2n nacheinander folgende An- und Abspannungen:

$$\begin{aligned} {}^{\prime}p_2 &= \nu\, {}^{\prime}p_1 \\ {}^{\prime\prime}p_2 &= \nu\, {}^{\prime\prime}p_1 \\ {}^{\prime\prime\prime}p_2 &= \nu\, {}^{\prime\prime\prime}p_1 \\ &\cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot \\ &\cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot \\ \hline \sum_1^{2n} p_2 &= \nu \sum_1^{2n} p_1 \end{aligned} \qquad 51)$$

$$\text{worin } \nu = \frac{\delta_2}{\delta_1}.$$

§. 23. Die elastische Nachwirkung während der An- und Abspannungen.

Nach Gl. 13) ist:

$$\sum_1^n (A_2 + A'_2) = \sum_1^n A + \sum_1^n A_0, \text{ sohin zufolge}$$

Gl. 42) und 43)

$$\sum_1^n (A_2 + A'_2) = \sum_1^n [(c - a) - (p_1 + p_2)]; \text{ und da}$$

gewöhnlich $p_1 + p_2 = 2p$ gesetzt werden kann:

$\sum_1^n (A_2 + A'_2) = \sum_1^n (c - a) - \sum_1^n (2p)$, welcher Ausdruck in Rücksicht auf Gl. 27) in

$$\sum_1^n (A_2 + A'_2) = \sum_1^n (c - a) - 2\,\frac{r_1}{r_2}\,[k_1\,(\tau_1 - \tau_0) + k_2\,(t - T)]$$

übergeht. 52)

Für die gegenwärtigen Versuche ergibt sich:

$$\sum_1^5 A' = \sum_1^5 (A_2 + A'_2) = \sum_1^5 (c - a) - [0{,}82(\tau_1 - \tau_0) + 1{,}01\,(t - T)] \qquad 53)$$

§ 24. Berücksichtigung des Gliedes: $\frac{1}{n - m} \sum_{m+1}^n \frac{A_2 - A_2'}{2}$ in Gl. 18).

Kann dieses Glied nicht vernachlässiget werden, so dürfte sich eine Korrektur auf folgende Art ergeben:

Es ist: $\sum_{m+1}^n A_2 + \sum_{m+1}^n A'_2 = \sum_{m+1}^n (A + A_0)$ und

$\sum_{m+1}^n A'_2 = \mu \sum_{m+1}^n A_2$, worin μ eine eine erst zu ermittelnde Konstante ist. Daraus ergibt sich:

$(1 + \mu) \sum_{m+1}^n A_2 = \sum_{m+1}^n (A + A_0)$ folglich

$$\sum_{m+1}^n A_2 = \frac{1}{1 + \mu} \sum_{m+1}^n (A + A_0)$$

$$\sum_{m+1}^n A'_2 = \frac{\mu}{1 + \mu} \sum_{m+1}^n (A + A_0) \text{ und}$$

$$\sum_{+1}^{n} (A_z - A'_z) = \frac{1-\mu}{1+\mu} \sum_{=+1}^{n} (A + A_0)$$

Gl. 18) übergeht in:

$$\frac{1}{-m} \cdot \sum_{=+1}^{n} \frac{A - A_0}{2} - \frac{1}{n-m} \cdot \frac{1-\mu}{1+\mu} \sum_{=+1}^{n} \frac{A + A_0}{2} \quad 54)$$

§ 25. Bestimmung der Konstanten μ.

§ 24 ist $\mu = \frac{\sum_{=+1}^{n} A'_z}{\sum_{=+1}^{n} A_z}$ Die Versuche weisen darauf-

hin, dass vom $(m+1)^{ten}$ zusammengehörigen An- und Abspannen an die elastischen Nachwirkungen während desselben sich kaum mehr unterscheiden lassen, so dass von da an alle A'_z, sowie alle A_z entweder als gleich betrachtet oder wenigstens Mittelwerte M_z und M'_z gebraucht werden können, deren Verhältnis $\frac{M'_z}{M_z} = \frac{A'_z}{A_z}$ genommen werden soll,

wenn A'_z und A_z die elastische Nachwirkung während der ersten An- bezw. Anspannung bedeutet. Es ist eben nicht abzusehen, weshalb sich die elastischen Nachwirkungen bei den späteren An- und Abspannungen wesentlich anders zu einander verhalten sollen als bei der ersten, weshalb in Rücksicht darauf, dass es sich hier nur um eine Korrektion handelt, obige Annahmen erlaubt sein dürften. Darnach ist

$$\mu = \frac{\sum_{n-}^{n} A'_z}{\sum_{n-}^{n} A_z} = \frac{(n-1) M'_z}{(n-1) M_z} = \frac{A'_z}{A_z}.$$

Daraus erhalten wir gemäss Gl. 5) und 7)

$$\mu = \frac{A_0 + A'_1}{A - A_1} = \frac{(c_1 - b_1) - p_2 + A'_1}{(b_1 - a_1) - p_1 - A_1} \qquad 55)$$

Wir nehmen auch hier $A_1 = A'_1$ und können nach den Ergebnissen der Versuche näherungsweise für den Wert dieser Grösse das arithmetische Mittel aus den Beobachtungen der letzten An- und Abspannung einer Gruppe nehmen. Dies gibt:

$$\mu = \frac{(c_1 - b_1) - p_2 + \left(b_n - \frac{a_n + c_n}{2}\right)}{(b_1 - a_1) - p_1 - \left(b_n - \frac{a_n + c_n}{2}\right)}$$

Dabei ist $p_2 = \nu\, p_1$, wo ν nach § 22 oder durch eine direkte Ablesung während einer Abkühlung des Dampfmantels und unter gleichzeitiger Beobachtung der Zeit näherungsweise zu bestimmen wäre. Auf letztere Art ergab sich für die allererste Zeit der Abkühlung bei niederer Lufttemperatur $\nu = 0{,}92$. Nimmt man, was bei den hier in Betracht kommenden kleinen Zeiträumen gestattet ist, auf die Temperaturänderung des vertikalen Teils des Apparates keine Rücksicht, so ist:

$$p_1 = \frac{1}{10} \cdot 2\,\frac{r_1}{r_2} \cdot k_2\,(t - T) = 0{,}102\,(t - T) \qquad 56)$$

$$p_2 = 0{,}92 \cdot 0{,}102\,(t - T) = 0{,}094\,(t - T) \qquad 57)$$

§ 26. Anwendung der Formel 54).

Es ist:

$$\sum_{m+1}^{n} (A - A_0) = \sum_{m+1}^{n} [2\,b - (a + c)] - \sum_{m+1}^{n} (p_1 - p_2)$$

$$\sum_{m+1}^{n} (A + A_0) = \sum_{m+1}^{n} (c - a) - \sum_{m+1}^{n} (p_1 + p_2)$$

Nun ist $\sum_{m+1}^{n} (p_1 + p_2) = S$, und es kann S aus der beobachteten Temperaturdifferenz des Drahtes berechnet, somit als bekannt angesehen werden. Ferner haben wir:

$$\sum_{1+m}^{n} p_2 = \nu \cdot \sum_{m+1}^{n} p_1 \text{ also:}$$

$$\sum_{m+1}^{n} (p_1 - p_2) = \frac{1-\nu}{1+\nu} \sum_{m+1}^{n} (p_1 + p_2) \qquad 58)$$

Die Gl. 54 verwandelt sich somit in:

$$A_1 = \frac{1}{2(n-m)} \left\{ \sum_{m+1}^{n} [2b-(a+c)] - \frac{1-\nu}{1+\nu} \sum_{m+1}^{n} (p_1+p_2) \right\} -$$

$$\frac{1}{2(n-m)} \cdot \frac{1-\mu}{1+\mu} \cdot \left\{ \sum_{m+1}^{n} (c-a) - \sum_{m+1}^{n} (p_1 + p_2) \right\} \qquad 59)$$

$$S = 2 \cdot \frac{r_1}{r_2} [k_1 (\tau_1 - \tau_0) + k_2 (t - T)] \cdot \frac{n-1}{n} \qquad 60)$$

Für unsere Versuche würde:

$$S = \sum_{2}^{5} (p_1 + p_2) = \frac{4}{5} \cdot [0.82 (\tau_1 - \tau_0) + 1.02 (t - T)] =$$

$$0.7 (\tau_1 - \tau_0) + 0.8 (t - T). \qquad 61)$$

Wegen der Kleinheit von $\tau_1 - \tau_0$ für kleine Zeiträume kann das erste Glied in Gl. 61) gewöhnlich vernachlässiget werden und man erhält zur Anwendung auf unsere Versuche:

$$A_1 = \frac{1}{4} \sum_{2}^{5} \left[b - \frac{a+c}{2} \right] - \frac{1-\nu}{1+\nu} \cdot 0.1 (t - T) -$$

$$\frac{1}{4} \cdot \frac{1-\mu}{1+\mu} \left\{ \frac{1}{2} \cdot \sum_{2}^{5} (c - a) - 0.4 (t - T) \right\} \qquad 62)$$

Da $\frac{1-\nu}{1+\nu} = 0{,}04$, so kann das 1. Korrektionsglied immer weggelassen werden. Auch bei dem zweiten hat sich herausgestellt, dass es nur bei der Siedetemperatur, wo die elastische Nachwirkung noch beträchtlich ist, einen Einfluss auf die Beobachtung übt; hiefür ist aber $t - T = 0$ also:

$$A_1 = \frac{1}{4} \cdot \sum_2^5 \left[b - \frac{a+c}{2}\right] - \frac{1}{4} \cdot \frac{1-\mu}{1-\mu} \cdot \frac{1}{2} \sum_2^5 (c-a). \qquad 63)$$

Nach Formel 63) wurde nur die Versuchsreihe bei der Siedetemperatur rechnerisch behandelt. Ist $\mu = \nu = 1$ so erhält man wieder:

$$A_1 = \frac{1}{4} \cdot \sum_2^5 \left[b - \frac{a+c}{2}\right] \qquad 64)$$

welche Formel für alle, ausser der eben erwähnten Versuchsreihe, verwertet worden ist.

§ 27. Berechnung der wirklichen elastischen Dehnung.

Zur Berechnung der wirklichen elastischen Dehnung l in Skalenteilen ist die Gleichung 23) anzuwenden. Da es sich hier jedoch um sehr kleine Differenzen handelt, so ist es nicht gleichgiltig, an welcher Stelle der Skala die Differenz $n_1 - n_0 = A_1$ abgelesen wird, d. h. es ist das Glied $\frac{11}{2} \cdot \frac{n_1^3 - n_0^3}{(4r_1)^3}$ in die Rechnung aufzunehmen. Für $n_1 - n_0$ ist der Wert aus Gl. 48) resp. 63) zu entnehmen; dagegen ist für n_0, da dieses sich wegen der Temperaturänderung und der elastischen Nachwirkung von Versuch zu Versuch ändert, ein Mittelwert $m_0 = \frac{a_2 + c_5}{2}$ zu setzen. Dann wird $n_1 = m_0 + A_1$, somit

$$l = 2r_2 \left[\frac{A_1}{4r_1} - \frac{11}{2} \cdot \frac{3m_0 A_1 (m_0 + A_1) + A_1^3}{(4r_1)^3}\right] \qquad 65)$$

Nun ist $\sum_{m+1}^{n} (p_1 + p_2) = S$, und es k

obachteten Temperaturdifferenz des Dra
als bekannt angesehen werden. Fern

$$\sum_{1+m}^{n} p_2 = \nu \cdot \sum_{m+}^{n}$$

$$\sum_{m+1}^{n} (p_1 - p_2) = \frac{1 -}{1 \cdot}$$

Die Gl. 54 verwandelt

$$A_1 = \frac{1}{2(n-m)} \left\{ \sum_{m+1}^{n} [2b- \right. \quad \text{hen}$$

$$\frac{1}{2(n-m)} \cdot \frac{1-\mu}{1+\mu} \cdot \left\{ \sum_{m+} \right. \quad \text{Versuchsg}$$

Beobachtun
bezeichnet. K

$$S = 2 \cdot \frac{r_1}{r_2} [k_1 \quad \text{er Versuchsgrupp}$$

2 die vollständig

Für unsere V rahtes; Kolumne 3 di

$$S = \sum_{2}^{5} (p_1 + \quad \text{ilt: Kolumne 4 die Sk}$$

St. an – bei der Belast
ablesungen b und c bei
Kolumnen 7, S, 9 die an

Wegen , Kolumne 10 den ko
kann das e chen Dehnung in Skalen
werden un (S) und endlich Kolumne 1
wirkung während des Vers

$$A_1 =$$

dusses berechnet nach Form
Versuchsgruppen verstrich
dass der Hauptteil der e. N. v

G	Nr	1	2	3	4								
I	1		9,75	10,8	— 3,0	141,7	— [illegible]						
	2				— 1,6	142,0	— 1,4	[illegible]					
	3	4,50	9,76		— 1,4	142,1	— 1,3	143,[illegible]					
	4				— 1,3	142,1	— 1,3	143,4	[illegible]				
	5		9,77	10,9	— 1,3	142,1	— 1.2	143,4	143,3				
							Mittel:	143,72	143,36	1,8			
II	1		9,82	10,9	— 1,9	142,2	— 1,1	144,1	143,3	0,8			
	2				— 1,1	142,4	— 1,0	143,5	143,4	0,1		0,8	
	3	17,08	9,86		— 1,0	142,7	— 1,0	143,7	143,7	0,0	143,687		Zer[illegible]
	4				— 1,0	142,8	— 1,0	143,8	143,8	0,0			spann[illegible]
	5		9,90	10,9	— 1,0	142,8	— 1,0	143,8	143,8	0,0			
							Mittel:	143,78	143,60	0,9			

§ 28. Versuche.

Nachdem nun der Apparat mit, wie ich glaube, genügender Gründlichkeit untersucht ist, kann zu den Versuchen geschritten werden. Ehe dies jedoch geschieht, sind noch zwei Vorfragen experimentell zu erledigen. Erstens ist zu bestätigen, dass die elastische Dehnung von ihrer Entstehungszeit als unabhängig betrachtet werden kann, und zweitens ist zu untersuchen, ob jene, wie für die Dehnung mit Einschluss der elastischen Nachwirkung angenommen wird, der Grösse der spannenden Kraft proportional ist.

§ 29. Unabhängigkeit der elastischen Dehnung von der Zeit.

In der Tabelle II ist jede Versuchsgruppe mit einer römischen Ziffer, die einzelne Beobachtungsreihe mit einer arabischen Ziffer fortlaufend bezeichnet. Kolumne 1 enthält die zur Ausführung einer Versuchsgruppe nötige Zeit in Minuten (′); Kolumne 2 die vollständig korregierte Temperaturablesung des Drahtes; Kolumne 3 die Temperatur der Luft. Ferner enthält: Kolumne 4 die Skalenablesung a — stets von der m. St. an — bei der Belastung 0; Kolumne 5 und 6 die Skalenablesungen b und c bei den Belastungen P und 0; die Kolumnen 7, 8, 9 die am Kopfe bezeichneten Differenzen, Kolumne 10 den korregierten Mittelwert der elastischen Dehnung in Skalenteilen, berechnet nach Formel 48) und endlich Kolumne 11 die Summe der elastischen Nachwirkung während des Versuches, wegen des Temperatureinflusses berechnet nach Formel 53). Zwischen den einzelnen Versuchsgruppen verstrich so viel Zeit — etwa 20′ — dass der Hauptteil der e. N. verschwunden war.

Tabelle II.

Gruppe	Nummer	Zeit (')	Temperatur des Drahtes	Temperatur d. Luft	Skalenteil a	Skalenteil b	Skalenteil c	b — a	b — c	c — a	A_1	$\sum_1^5 A'$	Datum des Versuches und Bemerkungen
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
I	1		9,75	10,8	— 3,0	141,7	— 1,6	144,7	143,3	1,4			23/11 81.
	2				— 1,6	142,0	— 1,4	143,6	143,4	0,2		1,73	Zeit des An- und Abspannens gleich.
	3	4,50	9,76		— 1,4	142,1	— 1,3	143,5	143,4	0,1	143,425		
	4				— 1,3	142,1	— 1,3	143,4	143,4	0,0			
	5		9,77	10,9	— 1,3	142,1	— 1,2	143,4	143,3	0,1			
							Mittel:	143,72	143,36	1,8			
II	1		9,82	10,9	— 1,9	142,2	— 1,1	144,1	143,3	0,8			23/11 81.
	2				— 1,1	142,4	— 1,0	143,5	143,4	0,1		0,82	
	3	17,08	9,86		— 1,0	142,7	— 1,0	143,7	143,7	0,0	143,687		Zeit des An- und Abspannens gleich.
	4				— 1,0	142,8	— 1,0	143,8	143,8	0,0			
	5		9,90	10,9	— 1,0	142,8	— 1,0	143,8	143,8	0,0			
							Mittel:	143,78	143,60	0,9			

Gruppe	Nummer	Zeit ()	Temperatur des Drahtes	Temperatur d. Luft	Skalenteil a	Skalenteil b	Skalenteil c	b — a	b — c	c — a	A_1	$\sum_1^5 A'$	Datum des Versuches und Bemerkungen
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
III	1		9,96	11,0	— 1,3	143,0	— 0,8	144,3	143,7	0,6			23/11 81.
	2				— 0,8	143,0	— 0,7	143,7	143,7	0,0		0,85	
	3	13,50	9,98		— 0,7	143,0	— 0,6	143,7	143,6	0,1	143,675		Zeit des An- und Abspannens verschieden
	4				— 0,6	143,1	— 0,6	143,7	143,7	0,0			
	5		10,01	11,0	— 0,6	143,1	— 0,4	143,7	143,5	0,2			
							Mittel:	143,82	143,64	0,9			
IV	1		10,64	11,0	— 1,2	143,0	— 0,7	144,2	143,7	0,5			23/11 81.
	2				— 0,7	143,0	— 0,7	143,7	143,7	0,0		0,54	
	3	3,25	10,37		— 0,7	143,0	— 0,7	143,7	143,7	0,0	143,662		Die Zeit beim An- u. Abspannen gleich.
	4				— 0,7	143,0	— 0,6	143,7	143,6	0,1			
	5		10,10	11,0	— 0,6	143,0	— 0,6	143,6	143,6	0,0			
							Mittel:	143,78	143,66	0,6			

Die Zahlen der Kolumne 10 zeigen, dass die elastische Dehnung von der Zeit, während welcher sie entstanden ist, nicht abhängt. Die Gruppen II, III, IV enthalten mit hinlänglicher Genauigkeit übereinstimmende Werte von A_1, indes der Wert von A_1 in I nur um 0,187 von dem arith. Mittel abweicht, obwohl der Ablesungsfehler auf 0,1 geschätzt werden muss. Aber selbst das Bedenken bezüglich dieser Abweichung schwindet, wenn man erwägt, dass die Werte A_1 der Gruppen II—IV incl. trotz der vershiedenen Zeiten gleich, und die der Gruppen I und IV verschieden sind, obwohl die Zeiten nahehin gleich. Die kleine Differenz wird eher auf Rechnung der Verschiedenheit der e. N. zu setzen sein.

§ 30. Das Proportionalitätsgesetz der elastischen Dehnung.

Bekanntlich wird nach den bisherigen Erfahrungen angenommen, dass innerhalb der sog. Elastizitätsgrenze die Dehnung einschliesslich der Nachwirkung der spannenden Kraft proportional sei. Es lässt sich dies wegen der Unabhängigkeit von der Zeit noch in höherem Grade von der elastischen Dehnung vermuten. Ich habe mit zwei Eisendrahtexemplaren von gleicher chemischer Beschaffenheit und Länge, sowie gleichem Querschnitte bei verschiedenen spannenden Kräften und jeweils gleichen Temperaturen Versuche angestellt. Für die Belastungen war der gleiche Hebelarm gewählt, dagegen wurden die Gewichte mittelst der Wage genau bestimmt, da die Messung der Hebelarme für diesen Zweck nicht die nötige Zuverlässigkeit geboten hätte. Die Versuchsresultate folgen in Tabelle III, deren Anlage mit jener II bis auf zwei Kolumnen übereinstimmt. In den Versuchsgruppen I und II und jenen III bis VII ist der Draht je der gleiche. Das an den Hebelarm angebrachte Gewicht bei I, V, VII war 1199,200 gr., bei II, III, IV und VI dagegen 626,178 gr.

Da das Verhältnis der Belastungen

626,178 : 1199,200 = 0,5221 ist, so soll das Verhältniss der „elastischen Dehnungen", die erwähnte Proportionalität vorausgesetzt, bei gleichen Temperaturen und wenigstens demselben Drahtindividuum das gleiche sein. Nun ergibt sich aus:

I und II 1) 77,062 : 146,875 = 0,52468
(III und IV) und V 2) 77,074 : 146,675 = 0,52547
VI und VII 3) 76,087 : 145,650 = 0,52240.

Diese Zahlen dürften zu dem Schlusse berechtigen: dass auch die „elastische Dehnung" bei gleicher Temperatur und sonst gleichen Umständen der spannenden Kraft proportional ist.

(Siehe Tabelle III pag., 421.).

§ 31. Hauptversuche.

Nachfolgend sind die Versuchsergebnisse, welche an einem Eisendrahtindividuum vorgenommen worden sind, tabellarisch zusammengestellt. Die Zahlen der Kolumne 9 sind nach Formel 48), die der Kolumne 10 nach 53) berechnet worden. Die Anlage der Tabellen ist der der vorhergehenden ähnlich. Um einen Einblick in den Vorgang bei den Versuchen zu gestatten, halte ich es zweckmässig, wenigstens für diesmal sämtliche abgelesene Zahlen in die Tabellen aufzunehmen, was vielleicht in Zukunft unterbleiben könnte.

(Siehe Tabelle IV, pag. 424.)

Tabelle III.

Gruppe	Nummer	Temperatur des Drahtes	Skalenteil a	Skalenteil b	Skalenteil c	b − a	b − c	c − a	A_1	$\sum_1^5 A'$	Datum d. Versuches und Bemerkungen.
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
I	1	0,0	11,9	163,0	15,8	151,1	147,2	3,9			12/5 81.
	2		15,8	163,3	16,8	147,5	147,0	0,5			
	3	0,0	16,3	163,4	16,7	147,1	146,7	0,4	146,875	5,0	
	4		16,7	163,6	16,8	146,9	146,8	0,1			
	5	0,0	16,8	163,6	16,9	146,8	146,7	0,1			
					Mittel:	147,88	146,88	5,0			
II	1	0,0	15,6	93,2	16,1	77,6	77,1	0,5			12/5 81.
	2		16,1	93,3	16,2	77,2	77,1	0,1			
	3	0,0	16,2	93,3	16,3	77,1	77,0	0,1	77,062	0,8	
	4		16,3	93,3	16,3	77,0	77,0	0,0			
	5	0,0	16,3	93,4	16,4	77,1	77,0	0,1			
					Mittel:	77,20	77,04	0,8			

Gruppe	Nummer	Temperatur des Drahtes.	Skalenteil a	Skalenteil b	Skalenteil c	b — a	b — c	c — a	A_1	$\sum_1^5 A'$	Datum des Versuches und Bemerkungen.
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
III	1	0,0	0,4	78,1	1,0	77,7	77,1	0,6			
	2		1,0	78,2	1,1	77,2	77,1	0,1			
	3	0,0	1,1	78,2	1,1	77,1	77,1	0,0	77,112	0,7	?
	4		1,1	78,2	1,1	77,1	77,1	0,0			
	5	0,0	1,1	78,2	1,1	77,1	77,1	0,0			
					Mittel:	77,24	77,10	0,7			III und IV wurden an einem Tage hintereinander ausgeführt.
IV	1	0,0	0,3	78,0	1,0	77,7	77,0	0,7			
	2		1,0	78,0	1,0	77,0	77,0	0,0			
	3	0,0	1,0	78,0	1,0	77,0	77,0	0,0	77,037	0,8	?
	4		1,0	78,1	1,0	77,1	77,0	0,1			
	5	0,0	1,1	78,1	1,0	77,0	77,0	0,0			
					Mittel:	77,16	77,00	0,8			

V	1	0,0	2,0	149,3	2,5	147,3	146,8	0,5			18/5. 81
	2		2,5	149,3	3,0	147,0	146,3	0,5			
	3	0,0	3,0	149,6	3,0	146,6	146,6	0,0	146,675	1,1	
	4		3,0	149,7	3,0	146,7	146,7	0,0			
	5	0,0	3,0	149,9	3,1	146,9	146,8	0,1			
					Mittel:	146,90	146,64	1,1			
VI	1	18,81	31,0	108,4	32,3	77,4	76,1	1,3			
	2		32,3	108,4	32,3	76,1	76,1	0,0			
	3	18,81	32,3	108,5	32,4	76,2	76,1	0,1	76,087	1,6	?
	4		32,4	108,6	32,7	76,2	75,9	0,3			
	5	18,81	32,7	108,7	32,6	76,0	76,1	—0,1			
					Mittel:	76,38	76,06	1,6			VI und VII wurden an einem Tage hintereinander ausgeführt.
VII	1	18,81	32,0	178,7	33,1	146,7	145,6	1,1			
	2		33,1	179,0	33,3	145,9	145,7	0,2			
	3	18,81	33,2	179,0	33,4	145,8	145,6	0,2	145,650	1,7	?
	4		33,4	179,1	33,7	145,7	145,4	0,3			
	5	18,81	33,7	179,2	33,6	145,5	145,6	—0,1			
					Mittel:	145,72	145,58	1,7			

Tabelle

Da die Temperatur des Drahtes konstant erhalten werden konnte, so w
abgelesen und korrigiert.

Gruppe	Nummer	Temperatur des Drahtes 1	Temperatur d. Luft 2	a 3	b 4	c 5	b − a 6	b − c 7	c − a 8	A_1 9	$\Sigma A'$ 10	Datum des Versuches und Bemerkungen.
I	1	0,00	16,26	2,0	149,3	2,5	147,3	146,8	0,5			18/5. 81.
	2			2,5	149,3	3,0	147,0	146,3	0,5			
	3	0,00		3,0	149,6	3,0	146,6	146,6	0,0	146,675	1,1	
	4			3,0	149,7	3,0	146,7	146,7	0,0			
	5	0,00	16,26	3,0	149,9	3,1	146,9	146,8	0,1			
						Mittel:	146,90	146,64	1,1			
II	1	18,09	18,36	26,7	173,9	28,8	147,2	145,1	2,1			20/5. 81.
	2			28,4	174,7	29,1	146,3	145,6	0,7			
	3			29,1	174,9	29,3	145,8	145,6	0,2			
	4	18,13		29,3	175,0	29,6	145,7	145,4	0,3	145,380	2,8	
	5			29,6	175,0	29,7	145,4	145,3	0,1			

	7	18,18	19,16	29,8	175,1	29,8	145,3	145,3	0,0				
				Mittel:			145,87	145,37	3,5				
III	1	18,81	19,06	32,0	178,1	33,1	146,7	145,6	1,1			21/5 81.	
	2			33,1	179,0	33,3	145,9	145,7	0,2				
	3	18,81		33,2	179,0	33,4	145,8	145,6	0,2	145,650	1,6		
	4			33,4	179,1	33,7	145,7	145,4	0,3				
	5	18,81	19,16	33,7	179,2	33,6	145,5	145,6	—0,1				
				Mittel:			145,92	145,58	1,7				
IV	1	33,71	19,26	49,0	197,0	50,2	148,0	146,8	1,2			21/5 81.	
	2			50,2	197,0	50,5	146,8	146,5	0,3				
	3	33,91		50,5	197,2	50,6	146,7	146,6	0,1	146,750	1,3		
	4			50,6	197,6	50,8	147,0	146,8	0,2				
	5	34,12	19,56	50,8	197,7	51,0	146,9	146,7	0,2				
				Mittel:			147,08	146,68	2,0				

| [illegible] | [illegible] | [illegible] |

VII	1	8,30	16,36	18,5	164,6	19,1	146,1	145,5	0,6			23/5 81.
	2			19,1	164,7	19,1	145,6	145,6	0,0			
	3	8,31		19,1	164,8	19,2	145,7	145,6	0,1	145,625	0,78	
	4			19,2	164,8	19,2	145,6	145,6	0,0			
	5	8,32	16,36	19,2	164,9	19,3	145,7	145,6	0,1			
						Mittel:	145,74	145,58	0,8			
VIII	1	13,70	15,86	24,8	170,3	25,6	145,5	144,7	0,8			23/5 81.
	2			25,6	170,6	25,3	145,0	145,3	−0,3			
	3			25,3	170,7	25,7	145,4	145,0	0,4			
	4			25,7	170,9	25,7	145,0	145,2	0,0	145,064	0,29	
	5	13,72		25,7	170,7	25,7	145,0	145,0	0,0			
	6			25,7	170,7	25,7	145,0	145,0	0,0			
	7			25,8	170,8	25,8	145,0	145,0	0,0			
	8	13,74	16,56	25,9	170,8	25,9	144,9	144,9	0,0			
						Mittel:	145,23	145,02	0,9			

Gruppe	Nummer	Temperatur des Drahtes	Temperatur d. Luft	a	b	c	b − a	b − c	c − a	A_1	[illegible]	Verunreinigungen.
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
IX	1	98,54	19,56	121,9	273,1	124,4	151,2	148,7	2,5			25/5 81.
	2			124,4	274,1	125,0	149,7	149,1	0,6			
	3			125,0	274,5	125,3	149,5	149,2	0,3			
	4	98,54		125,3	274,8	125,6	149,5	149,2	0,3	149,340	4,02	
	5			125,6	275,0	125,7	149,4	149,3	0,1			
	6	98,54	19,66	125,7	275,1	126,0	149,4	149,1	0,3			
						Mittel:	149,78	149,10	4,1			

Die in der Spalte 1 der Tabelle IV bei jeder Gruppe in der Mitte stehende Zahl gibt die mittlere Temperatur des Drahtes in der jeweiligen Versuchsgruppe an. Sie ist das arithmetische Mittel der am Anfange und Ende der Gruppe geschehenen Thermometerablesung. Die zweite Dezimale dieser Ablesungen in Spalte 1 und jene in 2 ergab sich in Folge der vorgenommenen Korrekturen. (Weiters siehe Seite 434.)

Tabelle V.

Der Dampfmantel wurde bis zum Siedepunkt erwärmt, 30′ auf dieser Temperatur erhalten und dann wurden bei stets sinkender Temperatur die Beobachtungen gemacht.

Gruppe	Nummer	Temperatur des Drahtes	Temperatur d. Luft	a	b	c	b − a	b − c	c − a	A_1	$\frac{A'}{\Sigma}$	Datum des Versuches und Bemerkungen.
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Ia	1	98,54	26,3	126,3	276,1	129,0	149,8	147,1	2,7			1/6 81.
	2			129,0	277,0	129,3	148,0	147,7	0,3			
	3	98,54		129,3	277,0	129,6	147,7	147,4	0,3	147 960	3,70	
	4			129,6	277,3	129,8	147,7	147,5	0,2			
	5			129,8	278,7	130,0	147,9	147,7	0,2			
	6	98,54	26,3	130,0	278,0	130,0	148,0	148,0	0,0			
						Mittel:	148,18	147,57	3,7			
Ib	1	98,54	28,0	130,0	277,0	130,0	149,2	147,0	2,2			1/6 81.
	2			130,0	277,5	130,0	147,5	147,5	0,0			
	3			130,0	277,8	130,0	147,8	147,8	0,0			
	4	98,54		130,0	277,8	130,0	147,8	147,8	0,0	148,040	2,2	

Gruppe	Nummer	Temperatur des Drahtes	Temperatur d. Luft	a	b	c	b − a	b − c	c − a	A_1	$\Sigma A'$	Datum des Versuches und Bemerkungen.
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Ib	5			130,0	278,0	130,0	148,0	148,0	0,0			
	6	98,54	28,0	130,0	278,0	130,0	148,0	148,0	0,0			
						Mittel:	148,05	147,68	2,2			
II	1	89,21		113,6	261,8	114,9	148,2	146,9	1,3			1/6 81.
	2			114,9	262,0	114,9	147,1	147,1	0,0			
	3	88,93	25,9	114,9	261,9	115,0	147,0	146,9	0,1	146,987	1,75	
	4			115,0	261,8	114,9	146,8	146,9	−0,1			
	5	88,66		114,9	261,9	114,8	147,0	147,1	−0,1			
						Mittel:	147,22	146,98	1,2			
III	1	78,87		101,3	248,9	102,3	147,6	146,6	1,0			1/6 81.
	2			102,3	248,8	102,3	146,5	146,5	0,0			

IV	1	69,21		89,8	236,4	90,7	146,6	145,7	0,9			1/6 81.
	2			90,7	236,8	91,0	146,1	145,8	0,3			
	3	68,96	21,8	91,0	236,7	90,8	145,7	145,9	−0,2	145,862	1,49	
	4			90,8	236,7	90,9	145,9	145,8	0,1			
	5	68,72		90,9	236,7	90,8	145,8	145,9	−0,1			
						Mittel:	146,02	145,82	1,0			
V	1	59,31		79,1	225,7	80,0	146,6	145,7	0,9			1/6 81.
	2			80,0	225,7	80,2	145,7	145,5	0,2			
	3	59,09	21,3	80,2	225,8	80,2	145,6	145,6	0,0	145,512	1,64	
	4			80,2	225,7	80,3	145,5	145,4	0,1			
	5	58,87		80,3	225,7	80,3	145,4	145,4	0,0			
						Mittel:	145,76	145,52	1,2			
VI	1	49,31		69,1	215,0	70,1	145,9	144,9	1,0			1/6 81.
	2			70,1	215,0	70,1	144,9	144,9	0,0			
	3	49,19	21,0	70,1	215,0	70,1	144,9	144,9	0,0	144,900	1,32	
	4			70,1	215,0	70,1	144,9	144,9	0,0			
	5	49,08		70,1	215,0	70,1	144,9	144,9	0,0			
						Mittel:	145,10	144,90	1,0			

Gruppe	Nummer	Temperatur des Drahtes.	Temperatur d. Luft	a	b	c	b — a	b — c	c — a	A_1	α_1	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
VII	1	40,71		60,1	205,1	61,1	145,0	144,0	1,0			1/6 81.
	2			61,1	205,4	61,1	144,3	144,3	0,0			
	3	40,61	19,9	61,1	205,6	61,1	144,5	144,5	0,0	144,462	1,50	
	4			61,1	205,7	61,2	144,6	144,5	0,1			
	5	40,51		61,1	205,7	61,3	144,6	144,4	0,2			
						Mittel:	144,56	144,34	1,3			
VIII	1	34.78		55,0	199,8	55,9	144,8	143,9	0,9			1/6 81.
	2			55,9	200,0	56,0	144,1	144,0	0,1			
	3	34,68	19,2	56,0	200,1	56,1	144,1	144,0	0,1	144,012	1,39	
	4			56,1	200,0	56,1	143,9	143,9	0,0			
	5	34,59		56,1	200,2	56,2	144,1	144,0	0,1			
						Mittel:	144,20	143,96	1,2			

IX	1	22,73		43,0	187,5	44,0	144,5	143,5	1,0			2/6 81.
	2			44,0	187,7	44,2	143,7	143,5	0,2			
	3	22,70	18,7	44,2	187,9	44,3	143,7	143,6	0,1	143,662	1,36	
	4			44,3	188,0	44,3	143,7	143,7	0,0			
	5	22,67		44,4	188,1	44,4	143,7	143,7	0,0			
						Mittel:	143,86	143,60	1,3			
X	1	11,35		33,1	176,4	34,5	143,3	141,9	1,4			2/6 81.
	2			34,5	176,8	34,8	142,3	142,0	0,3			
	3	11,38	20,1	34,8	176,9	34,9	142,1	142,0	0,1	142,162	1,84	Mit Wasser abgekühlt.
	4			34,9	177,1	34,9	142,2	142,2	0,0			
	5	11,41		34,9	177,2	35,0	142,3	142,2	0,1			
						Mittel:	142,44	142,06	1,9			
												3/6 81.
XI	1	7,69		33,0	177,8	34,1	144,8	143,7	1,1			
	2			34,1	178,1	34,2	144,0	143,9	0,1			
	3	7,78	20,9	34,2	178,1	34,2	143,9	143,9	0,0	143,925	1,12	
	4			34,2	178,2	34,3	144,0	143,9	0,1			Mit Wasser abgekühlt.
	5	7,87		34,3	178,2	34,3	143,9	143,9	0,0			
						Mittel:	144,12	143,86	1,3			

Versuche	Nummer	Eingesenkte Tiefe des Thermometers	Temperatur der Luft	a	b	c	$\frac{a+b}{2}$	$\frac{a+c}{2}$	A_1	$\frac{M}{14}$	V. um.	V. n
	1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	
XII	1	2,27		31,9	175,9	32,7	144,0	**143,2**	**0,8**			**3/6 81.**
	2			32,7	176,0	32,8	143,3	**143,2**	**0,1**			
	3	2,33	18,9	32,8	176,1	33,0	143,3	**143,1**	**0,2**	**143,212**	**0,99**	
	4			33,0	176,2	33,0	143,2	**143,2**	**0,0**			**Mit Wasser abgekühlt.**
	5	2,38		33,0	176,2	33,0	143,2	**143,2**	**0,0**			
						Mittel:	143,40	**143,38**	**1,1**			

Die in Spalte 9 unter dem Striche angegebene Zahl ist die Summe der darüberstehenden. Wo in Spalte 7 nur eine Zahl angeführt ist, ist diese ein Mittelwert aus zwei Beobachtungen auf je zwei in verschiedenen Höhen aufgehängten Thermometern. Der Wert von n in Spalte 10 ist aus der mit „Nummer" überschriebenen zu entnehmen. Diese Bemerkungen beziehen sich unter Berücksichtigung des auf Seite 455 Angegebenen auch auf alle folgenden Tabellen.

Tabelle VI.

Diese Tabelle gibt eine Uebersicht der Mittelwerte von Versuchen, welche an meist verschiedenen Tagen angestellt worden sind, chronologisch geordnet.

Gruppe	Nummer	Temperatur des Drahtes.	b — a	b — c	$\sum_1^n (c-a)$	A_1	$\sum_1^n A'$	Datum des Versuches.
I.	1 — 5	13,52	143,16	142,72	2,2	142,800	2,15	4/6 81.
II.	1 — 5	22,34	144,28	143,76	2,6	143,912	2,58	22/6 81.
III.	1 — 5	98,42	151,32	150,62	3,5	150,737	3,50	22/6 81.
IV.	1 — 5	59,31	148,00	147,60	1,2	147,750	2,14	22/6 81.
V.	1 — 5	30,45	145,94	145,68	1,3	145,875	1,37	23/6 81.
VI.	1 — 5	9,76	143,72	143,36	1,8	143,425	1,73	23/11 81.
VII.	1 — 5	0,53	144,12	143,58	2,7	143,687	2,48	8/2 82.
VIII.	1 — 5	— 0,87	144,04	143,70	1,7	143,762	1,70	12/2 82.

Die in der Mitte jeder Gruppe in Spalte 1 angegebene Temperatur ist von der nächsten Tabelle an nach Formel 37) berechnet.

Tabelle VII.

Von nun an wurde die Temperatur des ve
angegebene Vorrichtung besonders beobachtet. Der Dampfraum
des kochenden Wassers gefüllt, bevor die Beobachtung begann.

Versuch	Nummer	Temperatur an Thermometer	Temperatur an Manometer	Temperatur der Luft	a	b	c	$\frac{a}{m}$	$\frac{b}{m}$	$\frac{a}{b}$	A_1	$\frac{M}{(A_1)}$	Datum des Versuches und Bemerkungen.
	1							7	8	9	10	11	
I	1	90,04	0,30		100,2	260,0	110,7	151,5	149,8	1,5			19/4 89.
	2				110,7	260,0	110,9	150,2	150,0	0,2			
	3	90,04	0,34	4,10	110,9	261,0	111,1	150,1	149,9	0,2	149,966	2,0	
	4				111,1	261,1	111,2	150,0	149,9	0,1			
	5	90,04	0,20		111,2	261,2	111,2	150,0	150,0	0,0			
							Mittel:	150,32	149,92	2,0			
II	1	90,04	0,00		90,0	242,0	93,0	147,0	149,0	— 2,0			19/4 89.
	2				93,0	241,7	93,3	148,7	149,4	— 0,7			
	3	90,04	0,00	4,10	93,3	241,0	93,0	148,7	149,0	— 0,3	148,957	0,91	

	4				92,0	240,3	91,4	148,3	148,9	— 0,6			
	5	81,82	6,57		91,4	240,0	90,9	148,6	149,1	— 0,5			
							Mittel:	148,26	149,08	— 4,1			
III	1	76,70	6,50		83,8	232,6	84,0	148,8	148,6	0,2			12/2 82.
	2				84,0	232,2	83,5	148,2	148,7	— 0,5			
	3	74,84	6,50	4,30	83,5	231,7	83,1	148,2	148,6	0,4	148,325	1,84	
	4				83,1	231,2	82,8	148,1	148,4	— 0,3			
	5	73,49	6,50		82,8	230,8	82,4	148,0	148,4	— 0,4			
							Mittel:	148,26	148,54	— 0,6			
IV	1	66,42	6,25		74,0	222,0	74,1	148,0	147,9	0,1			12/2 82.
	2				74,1	221,8	73,8	147,7	148,0	— 0,3			
	3	65,02	6,24	4,35	73,1	221,3	73,4	147,5	147,9	— 0,4	147,733	1,50	
	4	64,06	6,23		73,4	220,9	73,1	147,5	147,8	— 0,3			
							Mittel:	147,67	147,90	— 0,9			

Gewicht	Nummer	Temperatur des Tropfens	Temperatur des Kymatiums	Temperatur des L. Luft	a	b	c	$\frac{a}{b}$	$\frac{c}{b}$	$\frac{a}{c}$	Δ_1	$\frac{a}{\Delta_1}$	Bemerkungen
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
V	1	55,59	6,00		63,6	211,0	63,9	**147,4**	**147,1**	**0,3**			**12/2 82.**
	2				63,9	210,8	63,7	**146,9**	**147,1**	**— 0,2**			
	3	54,11	5,96	4,45	63,7	210,3	63,2	**146,6**	**147,1**	**— 0,5**	**146,900**	**1,46**	
	4				63,2	210,0	63,0	**146,8**	**147,0**	**— 0,2**			
	5	53,25	5,93		63,0	209,7	62,7	**146,7**	**147,0**	**— 0,3**			
							Mittel:	**146,88**	**147,06**	**— 0,9**			
VI	1	48,64	5,83		56,8	202,8	57,0	**147,0**	**146,8**	**0,2**			**12/2 82.**
	2				57,0	202,4	56,9	**146,4**	**146,5**	**— 0,1**			
	3	47,45	5,81	4,5	56,9	202,2	56,7	**146,3**	**146,5**	**— 0,2**	**146,425**	**1,09**	
	4				56,7	202,9	56,3	**146,2**	**146,6**	**— 0,4**			
	5	46,77	5,80		56,3	202,6	56,0	**146,3**	**146,6**	**— 0,3**			
							Mittel:	**146,44**	**146,60**	**— 0,8**			

Tabelle der wahrgenommenen Gewichte am 2. Juli 1882.

VII	1	39,57	5,60		47,9	194,1	48,1	146,2	146,0	0,2			12/2 82.
	2				48,1	194,1	48,2	146,0	145,9	0,1			
	3	39,04	5,59	4,5	48,2	194,0	48,0	145,8	146,0	— 0,2	145,862	0,92	
	4				48,0	193,7	47,9	145,7	145,8	— 0,1			
	5	38,16	5,58		47,9	193,5	47,4	145,6	146,1	— 0,5			
							Mittel:	145,86	145,96	0,5			
VIII	1	29,50	5,30		37,8	83,9	38,7	146,1	145,2	0,9			12/2 82.
	2				38,7	83,9	38,7	145,2	145,2	0,0			
	3	29,50	5,30	4,55	38,7	83,8	38,6	145,1	145,2	— 0,1	145,237	1,43	
	4				38,6	83,8	38,4	145,2	145,4	— 0,2			
	5	28,48	5,30		38,4	83,6	38,2	145,2	145,4	— 0,2			
							Mittel:	145,36	145,28	0,4			
IX	1	19,80	4,85		28,2	173,7	29,0	145,5	144,7	0,8			12/2 82.
	2				29,0	173,8	29,1	144,8	144,7	0,1			
	3	19,72	4,90	4,7	29,1	173,8	29,0	144,7	144,8	— 0,1	144,775	1,35	
	4				29,0	173,9	29,1	144,9	144,8	0,1			
	5	19,25	4,95		29,1	173,8	29,0	144,7	144,8	— 0,1			
							Mittel:	144,92	144,76	0,8			

Gruppe	Nummer	Temperatur der Drahtes	Temperatur des Apparates	Temperatur d. Luft	a	b	c	b — a	b — c	c — a	A_1		Bemerkungen
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
X	1	15,58	4,83		24,3	169,1	25,0	144,8	144,1	0,7			12/2 82.
	2				25,0	169,1	25,0	144,1	144,1	0,0			
	3	15,30	4,89	4,8	25,0	169,2	25,0	144,2	144,2	0,0	144,175	1,09	
	4				25,0	169,2	25,0	144,2	144,2	0,0			
	5	15,19	4,95		25,0	169,2	25,0	144,2	144,2	0,0			
						Mittel:		144,30	144,16	0,7			
XI	1	12,63	4,70		21,0	165,7	21,7	144,7	144,0	0,7			12/2 82.
	2				21,7	165,8	21,8	144,1	144,0	0,1			
	3	12,21	4,75	4,0	21,8	165,8	21,8	144,0	144,0	0,0	144,037	1,12	
	4				21,8	165,8	21,7	144,0	144,1	− 0,1			
	5	12,41	4,80		21,7	165,8	21,8	144,1	144,0	0,1			
						Mittel:		144,18	144,02	0,8			

XII	1	9,44	4,20		17,3	161,8	18,0	144,5	143,8	0,7			12/2 82.
	2				18.0	162,0	18,1	144,0	143,9	0,1			
	3	9,05	4,20	3,67	18,1	161,9	18,1	143,8	143,8	0,0	143,800	1,08	
	4				18,1	161,9	18,2	143,8	143,7	0,1			
	5	9,26	4,20		18,2	161,9	18,2	143,7	143,7	0,0			
							Mittel:	143,96	143,78	0,9			
XIII	1	6,33	3,10		13,7	157,9	14,2	144,2	143,7	0,5			12/2 82.
	2				14,2	158,0	14,4	143,8	143,6	0,2			
	3	6,21	3,15	3,67	14,4	158,0	14,6	143,6	143,4	0,2	143,475	1,23	
	4				14,6	158,0	14,7	143,4	143,3	0,1			
	5	6,20	3,20		14,7	158,1	14,8	143,4	143,3	0,1			
							Mittel:	143,68	143,46	1,1			
XVI	1	0,82	1,10		6,5	150,8	7,3	144,3	143,5	0,8			13/2 82 (morgens).
	2				7,3	150,9	7,7	143,6	143,2	0,4			
	3	0,83	1,25	1,50	7,7	151,0	7,7	143,3	143,3	0,0	143,312	1,27	
	4				7,7	151,0	7,7	143,3	143,3	0,0			
	5	0,85	1,40		7,7	151,0	7,8	143,3	143,2	0,1			
							Mittel:	143,56	143,30	1,3			

Tabelle VIII.

Wegen der noch vorhandenen Unregelmässigkeit — siehe § 32 — wurde die Temperatur des [illegible] wieder auf den Siedepunkt des Wassers gebracht, dort sodann ungefähr eine Stunde erhalten, worauf die Beobachtungen begannen.

Versuch	Nummer	Temperatur im Trockenen 1	Temperatur im Nassen 2	Temperatur im Luftbad 3	a 4	b 5	c 6	$\frac{a}{b}$ 7	$\frac{c}{b}$ 8	$\frac{a}{c}$ 9	A_1 10	$\frac{a}{A_1}$ 11	Datum des Versuches und Bemerkungen
I	1	96,33	8,10		106,9	257,8	108,0	151,9	149,8	2,1			19/2 82.
	2				106,0	258,0	108,1	150,0	149,9	0,1			
	3	96,33	8,93	7,2	106,1	258,5	108,4	150,4	150,1	0,3	149,949	3,10	
	4				106,4	258,6	108,8	150,2	149,8	0,4			
	5	96,33	8,55		106,8	258,9	109,0	150,1	149,9	0,2			
						Mittel:		150,52	149,70	0,1			
II	1	94,40	8,55		95,0	245,0	95,6	150,0	149,4	0,6			19/2 82.
	2				95,6	244,6	95,2	149,0	149,4	— 0,4			
	3	94,40	8,50	7,3	95,3	244,0	94,7	148,8	149,3	— 0,5	149,087	7	

	4				94,7	243,2	94,0	148,5	149,2	—0,7			
	5	?	8,63		94,0	242,8	93,1	148,8	149,7	—0,9			
							Mittel:	149,02	149,40	—1,9			
III	1	79,76	8,61		85,0	234,0	85,3	149,0	148,7	0,3			19/2 82.
	2				85,3	233,5	84,9	148,2	148,6	—0,4			
	3	77,34	8,58	7,1	84,9	232,8	84,2	147,9	148,6	—0,7	148,287	2,24	
	4				84,2	232,2	83,8	148,0	148,4	—0,4			
	5	75,68	8,55		83,8	231,7	83,0	147,9	148,7	—0,8			
							Mittel:	148,20	148,60	—2,0			
IV	1	67,95	8,43		73,2	221,3	73,3	148,1	148,0	—0,1			19/2 82.
	2				73,3	220,9	72,9	147,6	148,0	—0,4			
	3	66,02	8,41	6,9	72,9	219,3	72,5	147,4	147,8	—0,4	147,662	1,92	
	4				72,5	219,9	71,9	147,4	148,0	—0,6			
	5	64,10	8,40		71,9	219,1	71,2	147,2	147,9	—0,7			
							Mittel:	147,54	147,94	—2,2			

Gruppe	Nummer	Temperatur der Drahtes 1	Temperatur des Apparates 2	Temperatur d. Luft 3	a 4	b 5	c 6	b — a 7	b — c 8	c — a 9	Ψ_1 10	Ψ_2 11	und merkungen
V	1	37,85	7,13		45,2	191,9	45,8	146,7	146,1	0,6			19/2 82.
	2				45,8	191,8	45,8	146,0	146,0	0,0			
	3	37,57	7,14	6,25	45,8	191,7	45,6	145,9	145,1	— 0,2	145,925	1,09	
	4				45,6	191,3	45,4	145,7	145,9	— 0,2			
	5	36,80	7,15		45,4	191,2	45,2	145,8	146,0	— 0,2			
							Mittel:	146,02	146,02	0,0			
VI	1	22,43	6,23		29,3	175,0	30,0	145,7	145,0	0,7			19/2 82.
	2				30,0	175,0	30,0	145,0	145,0	0,0			
	3	22,49	6,26	6,0	30,0	174,9	30,0	144,9	144,9	0,0	144,900	1,13	
	4				30,0	174,9	30,0	144,9	144,9	0,0			
	5	21,95	6,30		30,0	174,8	30,0	144,8	144.8	0,0			
							Mittel:	145,06	144,92	0,7			

VII	1	14,68	5,85		21,1	166,1	21,8	145,0	144,3	0,7			19/2 82.
	2				21,8	166,2	21,9	144,4	144,3	0,1			
	3	14,42	5,91	5,8	21,9	166,3	22,0	144,4	144,3	0,1	144,325	1,00	
	4				22,0	166,3	22,0	144,3	144,3	0,0			
	5	14,18	5,98		22,0	166,3	22,0	144,3	144,3	0,0			
							Mittel:	144,48	144,30	0,9			

Tabelle IX.

Es wurde die Temperatur des Drahtes 10 Stunden auf dem Siedepunkt des Wassers erhalten und am nächsten Tage wieder auf dieselbe gebracht, 1 Stunde darauf erhalten, und nun wurden die Beobachtungen in der bisherigen Weise angestellt.

Gruppe	Nummer	Temperatur des Drahtes 1	Temperatur des Apparates 2	Temperatur d. Luft 3	a 4	b 5	c 6	b — a 7	b — c 8	c — a 9	A_1 10	$\frac{A'}{\sqrt{1}}$ 11	Datum des Versuches und Bemerkungen.
I	1	98,94	6,90		106,8	259,0	108,0	152,2	151,0	1,2			21/2 82.
	2				108,0	259,2	108,4	151,2	150,8	0,4			
	3	98,94	7,15	5,62	108,4	259,3	108,7	150,9	150,6	0,3	150,643	2,30	

Gruppe	Nummer	Temperatur des Drahtes	Temperatur des Apparates	Temperatur d. Luft	a	b	c	b — a	b — c	c — a	A_1	[illegible]	[illegible] n des Verfahrens und Bemerkungen.
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
I	4				108,7	259,7	109,0	151,0	150,7	0,3			
	5	98,94	7,40		109,0	259,8	109,1	150,8	150,7	0,1			
							Mittel:	151,02	150,76	2,3			
II	1	90,70	7,20		95,7	246,8	96,7	151,1	150,1	1,0			21/2 82.
	2				96,7	246,7	96,5	150,0	150,2	—0,2			
	3	88,59	7,21	5,55	96,5	246,3	96,2	149,8	150,1	—0,3	149,950	1,76	
	4				96,2	246,0	96,0	149,8	150,0	—0,2			
	5	88,95	7,23		96,0	245,7	95,7	149,7	150,0	—0,3			
							Mittel:	150,08	150,08	0,0			
III	1	80,66	6,70		84,5	234,1	84,7	149,6	149,4	0,2			21/2 82.
	2				84,7	234,7	84,0	149,0	149,7	—0,7			
	3	78,02	6,70	5,27	84,0	232,0	83,0	149,0	149,8	—0,8	149,262	1,45	
	4				83,2	232,2	83,0	149,0	149,2	—0,2			
	5	76,68	6,70		83,0	231,9	82,4	148,9	149,5	—0,6			
							Mittel:	149,10	149,52	—2,1			

IV	1	69,85	6,50		73,7	222,7	74,0	149,0	148,7	0,3			21/2 82.
	2				74,0	222,5	74,0	148,5	148,5	0,0			
	3	68,90	6,50	5,30	74,0	222,3	73,8	148,3	148,5	—0,2	148,412	1,63	
	4				73,8	223,1	73,6	148,3	148,5	—0,2			
	5	68,25	6,50		73,6	221,8	73,3	148,2	148,5	—0,3			
							Mittel:	148,02	148,54	—0,4			
V	1	59,44	6,30		62,0	210,1	62,4	148,1	147,7	0,4			21/2 82.
	2				62,4	209,1	61,1	146,7	148,0	—0,3			
	3	56,80	6,25	5,02	61,1	208,2	60,5	147,1	147,7	—0,6	147,612	2,16	
	4				60,5	208,2	60,0	147,7	148,2	—0,5			
	5	54,85	6,20		60,0	207,7	59,4	147,7	148,3	—0,6			
							Mittel:	147,46	149,98	—1,6			
VI	1	48,89	6,10		52,4	199,8	52,5	147,4	147,3	0,1			21/2 82.
	2				52,5	199,5	52,3	147,0	147,2	—0,2			
	3	47,59	6,06	5,03	52,3	199,1	52,1	146,8	147,0	—0,2	147,025	1,10	
	4				52,1	198,9	51,8	146,8	147,1	—0,3			
	5	46,79	6,03		51,8	198,5	51,3	146,7	147,2	—0,5			
							Mittel:	146,94	147,16	—1,1			

Gruppe	Nummer	Temperatur des Thermometers 1	Temperatur des Aspirators 2	Temperatur d. Luft 3	a 4	b 5	c 6	$\frac{a}{b}$ 7	$\frac{b}{c}$ 8	$\frac{a}{c}$ 9	A_1 10	11	Bemerkungen.
VII	1	39,75	5,73		43,5	190,1	43,7	146,8	146,4	0,4			21/2 82.
	2				43,7	190,0	43,6	146,3	146,4	— 0,1			
	3	39,25	5,73	5,01	43,6	190,0	43,4	146,4	146,6	— 0,2	146,287	1,13	
	4				43,4	189,8	43,2	146,4	146,2	— 0,2			
	5	38,35	5,73		43,2	189,3	43,0	146,1	146,3	— 0,2			
							Mittel:	146,40	146,38	— 0,3			
VIII	1	28,50	5,25		32,1	178,2	32,8	146,1	145,4	0,7			21/2 82.
	2				32,8	178,2	32,8	145,4	145,4	0,0			
	3	28,71	5,25	4,66	32,8	178,2	32,7	145,4	145,5	— 0,1	145,475	1,12	
	4				32,7	178,0	32,4	145,3	145,6	— 0,3			
	5	28,00	5,25		32,4	178,0	32,4	145,6	145,6	0,0			
							Mittel:	145,56	145,50	0,3			

Sitzung der math.-phys. Classe am 2. Juni 1882.

IX	1	20,07	4,95		23,3	169,1	24,0	145,8	145,1	0,7			21/2 82.
	2				24,0	169,2	24,0	145,2	145,2	0,0			
	3	19,96	5,02	4,92	24,0	169,1	24,1	145,1	145,0	0,1	145,037	1,42	
	4				24,1	169,1	24,1	145,0	145,0	0,0			
	5	19,46	5,10		24,1	169,0	24,1	144,9	144,9	0,0			
							Mittel:	145,20	145,04	0,8			
X	1	11,62	4,20		14,1	159,2	14,8	145,1	144,4	0,7			21/2 82.
	2				14,8	159,4	15,0	144,6	144,4	0,2			
	3	11,17	4,25	4,45	15,0	159,5	15,0	144,5	144,5	0,0	144,525	1,10	
	4				15,0	159,5	15,0	144,5	144,5	0,0			
	5	11,43	4,30		15,0	159,6	15,0	144,6	144,6	0,0			
							Mittel:	144,66	144,48	0,9			
XI	1	4,63	4,00		7,8	153,0	8,7	145,2	144,3	0,9			22/2 82.
	2				8,7	153,0	8,8	144,3	144,2	0,1			(morgens).
	3	4,63	4,11	4,60	8,8	153,1	8,8	144,3	144,3	0,0	144,237	1,20	
	4				8,8	153,1	9,0	144,3	144,1	0,2			
	5	4,63	4,23		9,0	153,2	9,0	144,2	144,2	0,0			
							Mittel:	144,46	144,20	1,2			

§ 32. Graphische Darstellung der Versuchsresultate.

In den Figuren 5 und 6 sind die Zahlen der Tabellen IV, V, VI, VII, VIII, und IX graphisch dargestellt, und zwar die Temperaturen als Abscissen (Kol. 1) und die elastischen Dehnungen (Kol. 10) als Ordinaten genommen.

§ 33. Betrachtung der graphischen Darstellungen.

Der Elastizitätsmodul wird allgemein aus der gesamten Dehnung, — der elastischen Dehnung (e. D.) plus der elastischen Nachwirkung (e. N.) — berechnet. Da in § 30 das Gesetz der Proportionalität auch für die e. D. bestätiget worden ist, so können wir von einem Modul der elastischen Dehnung (M. d. e. D.) wie von einem Modul der gesamten Dehnung (M. d. g. D.) sprechen.

Was nun den Einfluss der Temperatur auf den M. d. e. D. des Eisendrahtes betrifft, so sieht man aus den Kurven I—III, dass derselbe zwischen 10 und 20° C ein Maximum besitzt, insolange der Draht nicht in den Zustand durch Erwärmen und Erkalten übergeführt ist, in welchem die Kurve eine regelmässige, ständige Gestalt, hier die nahehin gerade, hat. Es dürfte somit der sogenannte Normalzustand des Eisendrahtes durch das Eintreffen der Geraden angezeigt sein. Indes habe ich [1]) ein solches Maximum auch bei dem M. d. g. D. des Eisens gefunden.

Der Unterschied der e. D. für dieselbe Belastung und nahezu gleiche Temperaturdifferenzen scheint mit dem Wiederholen des Erwärmens und Erkaltens des Drahtes zu wachsen, um für den Normalzustand konstant zu werden. Es ergibt sich diess aus folgender Zusammenstellung:

---

1) A. Miller, Blätter für das bayerische Realschulwesen, I. Bd. S. 88.

Tabelle:	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Temperatur-differenz	98,54	96,21	99,29	97,78	83,97	94,31
Differenz d. e. D.	2,665	4,788	6,975	6,654	5,624	6,406

Würde man aus jeder der Tabellen IV bis IX den mittleren M. d. e. D. berechnen, so ergäbe sich, wie die Kurven I bis VI (§ 32) zeigen, dass dieser m. M. d. e. D. von Kurve I auf II bedeutend steigt, dann fällt, wieder steigt und endlich wieder fällt, und dass dieser M. d. e. D. selbst dann, wenn er sich einer Grenze nähert, noch kleinen Schwankungen unterworfen zu sein scheint. Die gleiche Beobachtung machte auch F. Kohlrausch — § 4 citierte Abhandlung Seite 493 unten — so dass angenommen werden muss, es bestehen diese Schwankungen auch bei dem M. d. g. D.

§ 34. Zahlengesetz der Aenderung des M. d. e. D. durch die Temperatur.

Bezeichnet E_t den M. d. e. D. bei t^0, L die Länge des Drahtes, l_t die der e. D., welche der spannenden Kraft P bei der Temperatur t^0 entspricht und Q den Querschnitt des Drahtes, so ist bekanntlich:

$$E_t = \frac{L}{l_t} \cdot \frac{P}{Q} \qquad 66)$$

Ist ferner λ_t die e. D. der Längeneinheit bei t^0 und π die Belastung der Querschnittseinheit, so ist:

$$E_t = \frac{1}{\lambda_t} \cdot \pi. \qquad 67)$$

Im Hinblick auf die Kurve VI erscheint es zulässig

$$E_t = \frac{\pi}{\lambda_t} = a + bt \qquad 68)$$

zu setzen.

Nach der Methode der kleinsten Quadrate ergibt sich:

$$a = \pi \cdot \frac{\Sigma t \cdot \Sigma \frac{t}{\lambda_t} - \Sigma \frac{1}{\lambda_t} \cdot \Sigma t^2}{(\Sigma t)^2 - n \Sigma t^2} = \pi \cdot \alpha \text{ sowie:}$$

$$b = \pi \cdot \frac{\Sigma t \cdot \Sigma \frac{1}{\lambda_t} - n \cdot \Sigma \frac{t}{\lambda_t}}{(\Sigma t)^2 - n \cdot \Sigma t^2} = \pi \cdot \beta.$$

Wird der M. d. e. D. bei 0° mit $E_0 = \pi \cdot \alpha$ bezeichnet und $\frac{\beta}{\alpha} = \gamma$ gesetzt, so erhält man als das erwähnte Zahlengesetz:

$$E_t = E_0 (1 + \gamma t). \qquad 69)$$

Diese Formel auf Tabelle IX angewendet gibt:

$$\alpha = + 592.079$$
$$\beta = - 0.251515 \text{ und somit}$$
$$\gamma = - 0.0004277.$$

Die so erhaltene Gleichung:

$$E_t = E_0 (1 - 0{,}0004277\, t) \qquad 69)$$

zur Berechnung der M. d. e. D. aus Tabelle IX benützt, liefert die in Tabelle X enthaltenen Werte, welche mit den beobachteten in Anbetracht der Umstände hinlänglich übereinstimmen dürften.

Tabelle X.

t	E_t beobachtet.	E_t berechnet.	Δ
4,63	590,209 π	590,907 π	+ 0,698 π
11,17	589,088 π	589,269 π	+ 0,181 π
19,96	587,107 π	587,059 π	— 0,048 π
28,71	585,692 π	584,858 π	— 0,834 π
39,25	582,791 π	582,207 π	— 0,584 π
47,59	579,668 π	580,109 π	+ 0,441 π
56,80	577,702 π	577,793 π	+ 0,091 π
68,90	574,867 π	574,769 π	— 0,097 π
78,02	571,639 π	572,456 π	+ 0,817 π
88,59	569,533 π	569,797 π	+ 0,264 π
98,94	567,208 π	567,194 π	— 0,015 π

Aus $\pm\left[\frac{\Sigma\Delta^2}{n-2}\right]^{\frac{1}{2}}$ ergibt sich als „mittlerer Beobachtungsfehler" für Tabelle IX: $\pm$ 0,562 π.

§ 35. Anwendung der Formel 69) auf die Tabellen VII und VIII.

Ich habe wegen der im § 33 erwähnten Schwankungen des M. d. e. D. selbst innerhalb des Normalzustandes des Drahtes die Koeffizienten a und b nicht aus allen Tabellen, die schon einen Normalstand des Drahtes wenigstens teilweise anzeigen, berechnet, will aber nun untersuchen, inwieweit sich Formel 69) diesen Beobachtungszahlen anschmiegt. Es muss selbstverständlich für jede Tabelle das E_0 besonders bestimmt werden.

Ist t_1 die mittlere Versuchstemperatur, und λ_{t_1} die dieser entsprechende e. D., haben E_{t_1} und E_0 die bisherigen Bedeutungen, so ist:

$$E_{t_1} = E_0 (1 - \gamma t_1) \qquad \text{folglich}$$

$$E_t = \frac{\pi}{\lambda_{t_1}(1 - \gamma t_1)} \cdot (1 - \gamma t) \qquad 70)$$

Für Tabelle VII ist $t_1 = 41,20^0$ und: $\lambda_{t_1} = \frac{0,90314}{536,5}$; die Tabelle liefert somit gemäss (Gl. 70) die Werte:

Tabelle XI.

t	E_t beobachtet	E_t berechnet	Δ
0,83	594,037 π	593,973 π	— 0,065 π
6,21	592,902 π	592,605 π	— 0,297 π
9,05	592,144 π	591,884 π	— 0,260 π
12,21	591,225 π	591,080 π	— 0,145 π
15,30	590,704 π	590,295 π	— 0,408 π
—	—	—	—
29,50	587,684 π	586,686 π	— 0,998 π
39,04	584,230 π	584,261 π	+ 0,031 π
47,45	582,139 π	582,124 π	— 0,015 π
54,11	580,388 π	580,431 π	+ 0,043 π
65,02	577,326 π	577,658 π	+ 0,332 π
74,80	575,231 π	575,172 π	— 0,059 π
83,42	573,446 π	572,982 π	— 0,464 π
98,61	569,584 π	569,121 π	— 0,463 π

In der gleichen Weise liefert die Tabelle VIII, für welche $t_1 = 63,70$ und $\lambda_{t_1} = \frac{0,92804}{536,5}$ ist:

Tabelle XII.

t	E_t beobachtet	E_t berechnet	Δ
14,42	589,978 π	590,627 π	+ 0,649 π
—	—	—	—
37,57	583,967 π	584,742 π	+ 0,775 π
65,81	577,614 π	577,563 π	— 0,051 π
77,34	575,395 π	574,632 π	— 0,763 π
88,73	572,532 π	571,736 π	— 0,796 π
98,33	569,601 π	569,296 π	— 0,405 π

Der seltene Zeichenwechsel bei Δ kann nicht überraschen, da γ ohne Rücksicht auf Tabelle VII und VIII bestimmt worden ist; immerhin schliessen sich auch die Linien IV und V der Geraden an, nur weichen die Neigungen der 3 Geraden gegen die Abscissenachse etwas von einander ab.

§ 36. Die elastischen Nachwirkungen.

Die Zahlen der Kolumne 11 zeigen, wenn auch im ganzen, da sie im allgemeinen mit der Temperatur steigen, so doch im einzelnen keinen ganz regelmässigen Verlauf. Wollte man in dieser Richtung zuverlässige Beobachtungen machen, so müsste dafür gesorgt werden, dass sicher vor jeder neuen Beobachtung der e. N. die frühere vollständig verschwunden ist. Diese Rücksichtnahme war hier weder thunlich, noch war sie eigentlicher Zweck der Untersuchung. Dass die erwähnte Vorsorge, falls man zuverlässige Zahlen in Bezug auf die e. N. erhalten wollte, notwendig wäre, um dies zu zeigen, habe ich in Tabelle V den Versuch bei derselben Temperatur nach wenigen Minuten wiederholt. Die Zahlen der Gruppe Ia und Ib dieser Tabelle zeigen, dass bei der Wiederholung des Versuches die e. N. nur ungefähr die

Hälfte wurde. Diese Erscheinung hat sich indes oftmals bei hier nicht aufgenommenen Versuchen gezeigt. Anderseits sind diese hier gemessenen e. N. nur ein Teil der ganzen, in genügender Zeit möglichen Nachwirkungen. Endlich sind die gemessenen Grössen sehr klein, so dass leicht beträchtliche Fehler entstehen können. Trotz all' dieser Umstände, habe ich in Fig. 6 die e. N. der Tabelle IX graphisch dargestellt — Kurve VII — um den ungefähren Verlauf derselben sichtlich zu machen. Zwei Punkte O_1 und O_2 wurden dabei ausgeschlossen, weil sie auffallend weit abseits fielen.

§ 37. Beziehung zwischen dem Modul der g. D., der e. D. und der e. N.

Sind E, 'E und "E beziehungsweise der M. d. g. D., der M. d. e. D. und der M. d. e. N. und weist ferner der diesen Grössen in Zukunft beigesetzte Index auf die Temperaturen 0^0, t^0 und T^0 hin, auf welche sich die M beziehen, so lassen sich folgende Relationen zwischen denselben ableiten, wenn man voraussetzen darf, dass die von F. Kohlrausch [1]) aufgestellte Gleichung, welche die Abhängigkeit des E-M. von der Temperatur ausdrückt, mit Einschluss wenigstens des grössten Teil der elastischen Nachwirkung gilt. Aus der eben erwähnten Abhandlung entnehme ich:

$$E_t = E_0 (1 - \alpha t - \beta t^2) \qquad 71) \text{ also}$$

$$E_t = E_T [1 - \alpha (t - T) - \beta (t^2 - T^2)] \qquad 72)$$

Im § 34 haben wir gefunden:

$$'E_t = 'E_0 (1 - \gamma t) \qquad 73) \text{ somit}$$

$$'E_t = 'E_T [1 - \gamma (t - T)] \qquad 74).$$

---

1) F. Kohlrausch, Poggendorff's Annalen, Bd. 141, S. 493.

Nun hat Kohlrausch für Eisen $\alpha = 0{,}000483$ und $\beta = 0{,}000000\,12$ angegeben, während sich, ebenfalls aus einer Versuchsreihe, in § 34 die Konstante $\gamma = 0{,}0004277$ ergab. Es ist $\alpha - \gamma = 0{,}0000557$, ein Wert, dessen Kleinheit bei dem Umstande, dass Herr Professor Kohlrausch und ich nach ganz verschiedenen Methoden und Zielen, sowie mit verschiedenem Material arbeiteten, Beachtung verdient. Sind nun λ_t, $'\lambda_t$, $''\lambda_t$ die den M.: E_t, $'E_t$, $''E_t$ entsprechenden Verlängerungen, nämlich g. D., e. D., und e. N. der Längeneinheit bei der Belastung π auf die Querschnittseinheit, so ist:

$$\lambda_t = {}'\lambda_t + {}''\lambda_t \qquad 75) \text{ oder}$$

$${}''\lambda_t = \pi \cdot \frac{{}'E_t - E_t}{E_t\,{}'E_t}.$$

Weil λ_t und $'\lambda_t$ erfahrungsgemäss der Grösse π proportional, so ist es auch $''\lambda_t$ und man kann somit von einem M. d. e. N. sprechen. Darnach ist:

$${}''E_t = \frac{E_t\,{}'E_t}{{}'E_t - E_t} \text{ oder}$$

$$\frac{1}{E_t} = \frac{1}{{}'E_t} + \frac{1}{{}''E_t} \qquad 76), \text{ welcher}$$

Ausdruck den Zusammenhang der drei Modul darstellt. Mit Hilfe der früheren Werte ergibt sich aus 76):

$${}''E_t = {}''E_o \cdot \frac{({}'E_o - E_o)\,(1 - \alpha t - \beta t^2)\,(1 - \gamma t)}{{}'E_o\,(1 - \gamma t) - E_o\,(1 - \alpha t - \beta t^2)} \qquad 77) \text{ oder}$$

$${}''E_t = {}''E_o \cdot \frac{{}'E_o - E_o}{{}'E_o\,(1 + \alpha t + \beta t^2) - E_o\,(1 + \gamma t)}; \text{ ferner ist:}$$

$${}''E_t = {}''E_T \cdot \frac{{}'E_o\,(1 - \gamma T) - E_o\,(1 - \alpha T - \beta T^2)}{{}'E_o\,(1 - \gamma t) - E_o\,(1 - \alpha t - \beta t^2)} \cdot$$

$$\cdot \frac{(1 - \alpha t - \beta t^2)\,(1 - \gamma t)}{(1 - \alpha T - \beta T^2)\,(1 - \gamma T)} \qquad 78)$$

$$\text{oder: } {}''E_t = {}''E_T \cdot \frac{{}'E_o(1 + \alpha T + \beta T^2) - E_o(1 + \gamma T)}{{}'E_o(1 + \alpha t + \beta t^2) - E_o(1 + \gamma t)};$$

und ferner:

$${}''E_t = \frac{E_T\,{}'E_T[1 - \alpha(t - T) - \beta(t^2 - T^2)][1 - \gamma(t - T)]}{{}'E_T[1 - \gamma(t - T)] - E_T[1 - \alpha(t - T) - \beta(t^2 - T^2)]} \quad 79)$$

oder endlich:

$${}''E_t = \frac{E_T\,{}'E_T}{{}'E_T[1 + \alpha(t - T) + \beta(t^2 - T^2)] - E_T[1 + \gamma(t - T)]}$$

Ferner hat man u. a. noch die Relation:

$${}''\lambda_t = \lambda_T[1 + \alpha(t - T) + \beta(t^2 - T^2)] - {}'\lambda_T[1 + \gamma(t - T)], \quad 79a)$$

welche eine einfache Kontrolle durch den Versuch zuliesse, die später auch vorgenommen werden soll.

§ 38. Modul der e. D. des Eisens.

Der Durchmesser des Drahtes mittelst einer Mikrometerschraube gemessen beträgt 0,5856 mm, wovon jedoch nur die bei den ersten Stellen vollkommen sicher sind. Von einer genaueren Messung des Durchmessers mittelst Bestimmung des spezifischen Gewichtes wurde vorerst abgesehen. Der Querschnitt $Q = 0{,}2928^2 . 3{,}14159 = 0{,}269335 \square$ mm. Ist p der Hebelarm des Gewichtes $P = 1{,}1992$ Kgr., so ist

$$\pi = \frac{P . p}{Q . r_2} = \frac{1{,}1992 . 567}{0{,}269335 . 70{,}8} = 35{,}657 \square \text{mm-Kgr.}$$

Darnach berechnet sich nach Tabelle X $E_0 = \pi . \alpha = 35{,}657 . 592{,}079 = 21111{,}98$. Somit ist der M. d. e. D. des untersuchten Eisendrahtes bei 0° angenähert 21113 zu nehmen, angenähert, weil die Bestimmung des Q auf sehr grosse Genauigkeit keinen Anspruch erheben kann, wenn auch eine sehr bedeutende Abweichung von der Wahrheit nicht angenommen zu werden braucht. Der Wert

übersteigt den von Kohlrausch sowohl als von Wertheim für die g. D. angegebenen. Mit letzterem ist überhaupt kein genauer Vergleich zulässig, weil Wertheim auf die Temperatur nicht in dem Masse, wie hier und seitens Kohlrausch geschehen, Rücksicht genommen hat. Aus Tabelle XI ergibt sich ein noch grösserer Wert als M. d. e. D. bei 0° nämlich $'E_0 = 21187$, somit als Mittelwert des M. d. e. D. des untersuchten Eisendrahtes $'E_0 = 21150$. Kohlrausch erhielt für den M. d. g. D. die Zahl $E_0 = 20310$. $'E_0 > E_0$ musste bei nur einiger Vergleichbarkeit erwartet werden, wenn bei den Versuchen Kohlrausch's die e. N. als eingeschlossen vorausgesetzt werden kann. Dagegen gibt Pisati bei 20° C schon den E.-M. des Eisendrahtes zu 21441 an, er musste sich für 0° noch höher stellen. Da aber auch bei Pisati der Einschluss der e. N. anzunehmen ist, so müsste sich der M. d. e. D. aus den Zahlen von Pisati berechnet noch höher ergeben, sich also noch mehr von der von mir gefundenen Zahl entfernen, während die gleiche Berechnung an den Zahlen von Kohlrausch vorgenommen, die Ergebnisse sich den meinigen nähern müssten. Ich darf also wohl annehmen, dass das Gesammtresultat meiner Arbeit, nur einigermassen gleichartiges Versuchsmaterial vorausgesetzt, mehr mit dem von Kohlrausch als mit dem von Pisati übereinstimmt. Aus Gleichung: $'E_t = 21150\,(1 - 0,0004277\,t)$ ergibt sich als Abnahme des M. d. e. D. für 1° C der Wert 9,045 kgr. Ferner berechnet sich daraus:

$'E_0 = 21150$; $'E_{20} = 20969$, $'E_{40} = 20788$; $'E_{60} = 20607$; $'E_{80} = 20426$;
$'E_{10} = 21060$; $'E_{30} = 20879$; $'E_{50} = 20698$; $'E_{70} = 20517$; $'E_{90} = 20336$;
$'E_{100} = 20246$.

§ 39. Grösse der Aenderung von E_t, $'E_t$ und $''E_t$.

Bezeichnet man die Differenzen $E_t - E_0$, $'E_t - 'E_0$, $''E_t - ''E_0$ beziehungsweise mit $\Delta_t E$, $\Delta_t 'E$, $\Delta_t ''E$ so hat man gemäss § 37:

$$\frac{\Delta_t E}{E_0} = -(\alpha + \beta t)t \qquad 83)$$

$$\frac{\Delta_t {}^{'}E}{{}^{'}E_0} = -\gamma t; \qquad 84)$$

ferner ohne Kürzung:

$$\frac{\Delta_t {}^{''}E}{{}^{''}E_0} = \frac{({}^{'}E_0 - E_0)(1 - \alpha t - \beta t^2)(1 - \gamma t)}{{}^{'}E_0(1 - \gamma t) - E_0(1 - \alpha t - \beta t^2)} - 1. \qquad 85)$$

Es ist somit $\frac{\Delta_{100} E}{E_0} = -0{,}0495$ oder cca. 5%,

$$\frac{\Delta_{100} {}^{'}E}{{}^{'}E_0} = -0{,}0428 \text{ oder cca. } 4\%,$$

$$\frac{\Delta_{100} {}^{''}E}{{}^{''}E_0} = -0{,}1897 \text{ oder cca. } 19\%.$$

Die elastische Nachwirkung des Eisens wird sonach in weit höherem Masse von der Temperatur beeinflusst, als die elastische Dehnung desselben. Sie unterscheiden sich also nicht blos dadurch, dass die e. N. von der Zeit abhängig, die e. D. davon unabhängig ist, sondern auch noch dadurch, dass zwar beide in gleichem Sinne jedoch in ganz verschiedenem Grade von der Wärme beeinflusst werden. Es scheint daher angezeigt, sie voneinander getrennt zu halten. Diesen starken Einfluss der Wärme auf die e. N. bestätigen auch die Autoren, welche sich speziell mit der Erforschung derselben beschäftiget haben.

§ 40. Resultate der vorliegenden Untersuchungen.

Hält man die im Vorstehenden definierten Begriffe und deren Bezeichnungen „gesamte Dehnung" (g. D.), „elastische Dehnung" (e. D.) und „elastische Nachwirkung" (e. N.)

sowie die Bezeichnungen des diesen Deformationen entsprechenden Modul, nämlich M. d. g. D., M. d. e. D., M. d. e. N. fest, so ergibt sich im Zusammenhalte mit dem von Herrn Kohlrausch und Loomis bezüglich des E.-M. d. g. D. gefundenen Resultaten in Bezug auf Eisen Folgendes:

1) Wie der M. d. g. D. nimmt auch der M. d. e. D. mit zunehmender Temperatur zwischen 0° und 100° C ab, bei letzterem jedoch ist die Abnahme der ersten Potenz der Temperatur gerade proportional.

2) Dieses Gesetz gilt aber erst dann, wenn der Eisendraht durch öfteres Erwärmen und Erkalten in den sogenannten Normalzustand eingetreten ist, der durch die in Ziff. 1 angegebene Eigenschaft definiert zu sein scheint.

3) Bei dem Uebergang von dem ursprünglichen in den Normalzustand besitzt der M. d. e. D. des Eisendrahtes zwischen 10° und 20° C ein Maximum, was ich indes auch für den M. d. g. D. bei früheren Versuchen gefunden habe.

4) Ausserhalb des Normalzustandes ist der mittlere M. d. e. D. ziemlichen Schwankungen unterworfen, die jedoch auch innerhalb desselben nicht gänzlich zu verschwinden scheinen.

5) Die e. N. — auch während des An- und Abspannens — des Drahtes nimmt mit der Temperatur zu, also der M. d. e. N. ab, jedoch ist der Einfluss der Temperatur auf die e. N. weit grösser als auf die e. D.

6) Da sich, wie gezeigt worden ist, die elastische Nachwirkung während der An- und Abspannung wenigstens mit erster Annäherung bestimmen lässt, so könnte hiemit auch die Untersuchung der gesamten elastischen Nachwirkung eine Förderung erfahren.

7) Ferner weisen vorstehende Resultate darauf hin, dass es bei der Untersuchung der Molekularkräfte geboten

erscheint, die e. D. und e. N. strenge getrennt zu halten.

8) Endlich dürfte nun als feststehend angenommen werden können, dass der longitudinale Modul d. g. D. des Eisens innerhalb des Normalzustandes durch die Temperatur dieselbe Aenderung erfährt, wie der der Torsion [1]).

---

1) F. Kohlrausch, Poggendorff's Annalen, Bd. 141 S. 499.

Herr Bauer legt vor und bespricht die Abhandlung:

„Von der allgemeinen Inversion." Von J. S. Vaněček.

1. In einer Note „Sur l'inversion générale", welche ich er Académie des Sciences mitgetheilt habe (10. April 1882), abe ich die Idee einer allgemeinen Methode der Transormation durch reciproke Radien kurz entwickelt.

Einem Puncte a entspricht in Bezug auf einen allgeneinen Kegelschnitt K eine Polare A. Diese Polare schneidet ine gegebene Gerade R in einem Puncte a_1, dessen Polare A_1 ie Gerade A im Puncte a_2 trifft. Die Puncte a, a_1, a_2 ilden in Bezug auf den Kegelschnitt K (die Basis der Transormation) ein Poldreieck, über welches wir folgende Theoeme aufstellen können:

Durchläuft der Eckpunct eines Poldreieckes $a\,a_1\,a_2$ in Bezug auf einen Kegelschnitt K eine Kurve P der p-ten Ordnung und der Eckpunct a_1 eine Kurve R der r-ten Ordnung, dann beschreibt sein dritter Eckpunkt a_2 eine andere Curve (a_2) der 2pr-ten Ordnung, welche die Schnittpuncte der Curven P, R mit K zu vielfachen Puncten hat.

Und:

Umhüllt die Seite A eines Polardreiseit $A\,A_1\,A_2$ in Bezug auf einen Kegelschnitt K eine Kurve P der p-ten Classe und die zweite Seite A_1 eine andere

rve R der r-ten Classe, dann umhüllt die dritte Seite A_2 eine Curve (A_2), welche von der 2pr-ten Classe ist und die gemeinschaftlichen Tangenten der Curven P, R mit K zu vielfachen Tangenten hat.

2. In dem Vorigen hat einem Puncte der gegebenen Figur wieder ein Punct der derivirten entsprochen. Wir können aber auch dem Puncte eine Gerade und umgekehrt entsprechen lassen.

Die Polare A des Punctes a schneidet die Curve R in Puncte a_1. Die Verbindungsgerade A_2 der Puncte a, a_1 ist die früher besprochene Gerade A_2, welche die Curve (A_2) umhüllt.

Da die Puncte a, a_1 in Bezug auf den Kegelschnitt K conjugierte Pole sind, so können wir folgenden Satz aussprechen:

Bewegt sich eine veränderliche Strecke aa_1 derart, dass ihre Endpuncte a, a_1, welche stets conjugirte Pole in Bezug auf einen Kegelschnitt K bleiben, respective die Curven P der p-ten Ordnung und R der r-ten Ordnung durchlaufen, dann umhüllt die Gerade aa_1 eine Curve (A_2) der 2pr-ten Classe. Diese Curve hat die gemeinschaftlichen Tangenten der Polarcurven P_1, R_1 von P und R mit K zu vielfachen Tangenten.

Weiter:

Bewegt sich ein veränderlicher Winkel (A, A_1) derart, dass seine Schenkel A, A_1, welche stets conjugirte Polaren in Bezug auf einen Kegelschnitt K bleiben, respective die Curven P der p-ten Classe und R der r-ten Classe umhüllen, dann beschreibt der Scheitelpunct a_2 des Winkels eine Curve (a_2) der 2pr-ten Ordnung. Die Schnittpuncte der Polarcurven P_1, R_1 von P, R mit dem Kegelschnitte K sind die vielfachen Puncte der Curve (a_2).

3. Setzen wir nun voraus, dass zwei von den Curven P, R, (a_2) coincidiren. Da die Scheitelpuncte $a\,a_1\,a_2$ des Poldreieckes $a\,a_1\,a_2$ mit einander verwechselt werden können, so bleibt sich gleich, welche die zusammenfallenden Curven sind. Unsere nächste Aufgabe ist, die dritte Curve zu bestimmen.

Es sei gegeben eine Curve M, in welcher sich zwei von den Curven P, R (a_2) vereinigen, und welche von der m-ten Ordnung ist. Dieselbe schneidet die Basis K in 2m Puncten. Die Polare A eines solchen Punctes a ist die Tangente der Basis in diesem Puncte und schneidet die Curve M noch in $m-1$ Puncten. Die Polaren aller dieser Puncte gehen durch den Punct a, welcher demnach ein $(m-1)$-facher Punct der inversen Curve (a_2) ist. Daraus ist ersichtlich, dass die Curve M mit der Basis $2\,m\,(m-1)$ Puncte gemeinschaftlich hat, oder dass dieselbe der $m\,(m-1)$-ten Ordnung ist.

Der Punct a transformirt sich in die Tangente A selbst, deren Berührungspunct a wir als zwei unendlich nahe Puncte betrachten können. Zählen wir daher diese 2m Tangenten auch zu der Curve, die wir erhalten sollen, dann ist dieselbe im Allgemeinen der $m\,(m+1)$-ten Ordnung. Allein wir betrachten bloss die eigentliche Curve ohne alle die Geraden, in welche dieselbe nebstdem ausartet.

Ein n-facher Punct b der Curve M transformirt sich in m vielfache Puncte n-ter Ordnung, welche auf der Polare B des Punctes b liegen.

Daraus folgt:

Wenn zwei Eckpuncte a, a_1 eines Poldreieckes $a\,a_1\,a_2$ in Bezug auf einen Kegelschnitt K eine Curve M der m-ten Ordnung durchlaufen, dann beschreibt der dritte Eckpunkt a_2 eine Curve (a_2) der $m\,(m-1)$-ten Ord-

nung, welche die Schnittpuncte der Curven M, K zu vielfachen Puncten hat.

Und:

Umhüllen zwei Seiten A, A_1 eines Polardreiseit $A\,A_1\,A_2$ in Bezug auf einen Kegelschnitt K eine Curve M der m-ten Classe, dann umhüllt die dritte Seite A_2 eine andere Curve (A_2), welche von der $m(m-1)$-ten Classe ist und die gemeinschaftlichen Tangenten der Curven M, K zu vielfachen Tangenten hat.

4. Die Polaren der Puncte der Curve M umhüllen die reciproke Curve M_1 derselben, welche von der m-ten Classe ist. Die Tangenten der Curve M_1 werden in der Weise gepaart, dass sie stets zwei conjugirte Polaren in Bezug auf den Kegelschnitt K sind. Der Ort des Durchschnittspunctes a_2 von solchen zwei Geraden ist nach dem vorigen Theorem eine Curve der $m(m-1)$-ten Ordnung.

Also:

Bewegt sich ein veränderlicher Winkel (A, A_1) derart, dass die Schenkel desselben stets conjugirte Polaren in Bezug auf einen Kegelschnitt K bleiben, und eine Curve der m-ten Classe umhüllen, dann beschreibt der Scheitelpunct a_2 desselben eine Curve der $m(m-1)$-ten Ordnung.

Und:

Bewegt sich eine Sehne $a\,a_1$, deren Länge veränderlich ist, in der Weise, dass die Endpunkte a, a_1 derselben stets conjugirte Pole bleiben und eine Curve m-ter Ordnung durchlaufen, dann umhüllt die Sehne eine Curve $m(m-1)$-ter Classe.

Herr von Beetz legte eine Abhandlung des Herrn E. Kittler vor:

„Die elektromotorische Kraft des Daniell-schen Elementes."

Einleitung.

Die meisten numerischen Angaben über die Grösse der elektromotorischen Kraft galvanischer Combinationen sind auf die des Daniell'schen Elementes als Einheit bezogen. Nun werden einerseits für diese empirische Norm von verschiedenen Physikern verschiedene Flüssigkeiten in Anwendung gebracht, indem entweder verdünnte Schwefelsäure oder eine Lösung von Zinksulfat oder auch Salzlösungen aus der Reihe der Chloride mit dem Zink in Berührung treten; andererseits hat man bis in die jüngste Zeit der durch Concentrationsunterschiede bedingten Veränderlichkeit der elektromotorischen Kraft nicht genügend Rechnung getragen. So lässt es sich verstehen, dass fast jeder Arbeit ein anderes Daniell'sches Element als Norm zu Grunde gelegt ist, ohne dass man diese verschiedenen Einheiten selbst in genaue Beziehung zu einander gebracht hätte. Auf diesen Uebelstand, der es fast zur Unmöglichkeit macht, werthvolle Angaben verschiedener Autoren einem strengen Vergleiche zu unterziehen, ist übrigens schon mehrfach hingewiesen worden. Ich denke hiebei vorzugsweise an die Abhandlung Fromme's „über

die constanten Ketten"[1]), in welcher auch das Daniell'sche Element in der Zusammensetzung mit Zinksulfat einer umfassenden Untersuchung unterzogen wurde. Fromme bestätigt hierin die bereits von Svanberg[2]) angeführte Thatsache, dass die elektromotorische Kraft der Combination

$$Zn,\ ZnSO_4,\ CuSO_4,\ Cu$$

mit Verdünnung der Zinksulfatlösung zu-, mit dem Gehalt an Kupfersulfat dagegen abnimmt. Kurz vor der Fromme'schen Arbeit sind zwei Berichte[3]) über denselben Gegenstand veröffentlicht worden, die in ihren Resultaten mehr oder minder von obigem abweichen. Insbesondere sind die theoretischen Erwägungen und praktischen Versuche Baumgartner's mit allem in dieser Richtung vorhandenen in direktem Widerspruche, indem mit Verdünnung der Kupfersulfatlösung eine Erhöhung der elektromotorischen Kraft eintreten sollte, während das Experiment selbst vollständige Constanz ergibt. Dieser Umstand findet nach Fromme's Ansicht in der von Baumgartner angewandten Methode eine hinreichende Erklärung, und man kann wohl über die wirklichen Verhältnisse im $ZnSO_4$-Element nicht mehr im Zweifel sein.

Dagegen lassen die bisher angestellten Versuche über das Daniell'sche Element

$$Zn,\ H_2SO_4,\ CuSO_4,\ Cu$$

noch mancherlei Lücken. Zwar ist längst bekannt, dass eine stärkere Säure die elektromotorische Kraft erhöht; es ist diess von Poggendorf[4]), Svanberg[5])

1) Fromme, Wiedemann's Ann. 1879, VIII; p. 326.

2) Svanberg, Pogg. Ann. 1848, LXXIII; p. 290.

3) F. Streintz, Carl's Repert. 1879, XV; p. 6. G. Baumgartner, ibid., p. 105.

4) Poggendorf, Pogg. Ann. 1845, LXX; p. 60.

5) Svanberg, Pogg. Ann 1848, LXXIII; p. 290.

und Baumgartner[6]) übereinstimmend constatirt, wenn auch J. Thomsen[7]) in seiner vielgenannten Arbeit über „chemische Energie und elektromotorische Kraft" für eine schwächere Säure eine grössere elektromotorische Kraft findet. Dagegen blieb bis jetzt unerörtert, wie sich im H_2SO_4-Element die freie Spannung ändert, wenn bei gleichbleibender Säure ein Unterschied in den Concentrationsverhältnissen des Kupfersulfats herrscht. Es liegt die Vermuthung nahe, dass auch hier mit Verdünnung des Kupfersulfats eine Minderung der elektromotorischen Kraft sich geltend machen müsse; und es hat fast den Anschein, als ob man in dieser Voraussetzung experimentelle Studien unterlassen hätte. In Wirklichkeit bieten aber beide Elemente vollständig verschiedene Verhältnisse dar.

Die elektromotorische Kraft eines Daniell'schen Elements ist mitbedingt durch die an der Berührungsstelle der beiden Flüssigkeiten auftretende freie Spannung, diese selbst aber wird im allgemeinen je nach dem Concentrationsgrade der einen oder der andern Flüssigkeit verschiedene Werthe annehmen. Während nun in der Combination Zn, $ZnSO_4$, $CuSO_4$, Cu zwei Salze zur Verwendung kommen, die in ihren verschiedenprocentigen Lösungen eine dem Volta'schen Spannungsgesetze ähnliche Gesetzmässigkeit befolgen[8]), zeigen die im H_2SO_4-Element benützten Flüssigkeiten diese Eigentümlichkeit nicht. Es ist diess eine durch zahlreiche Beobachtungen erwiesene Thatsache, die ihre Richtigkeit behält, mag man die an der Berührungsstelle der Flüssigkeiten auftretenden Spannungs-

6) Baumgartner, Carl's Rep. 1879, XV; p. 105.

7) Thomsen, Wiedem. Ann. 1880, XI; p. 246.

8) Wild, Pogg. Ann. 1858, CIII; p. 353.

Kittler, Wiedem. Ann. 1881, XII; p. 572 ff. Sitz.-B. der kgl. b. Akademie der Wissenschaften 1881, p. 113 ff.

differenzen mit den dort sich abspielenden chemischen Processen und deren Wärmetönungen in Zusammenhang bringen oder nicht. Gerade diese Thatsache aber ist es, die in beiden Combinationen eine nicht unwesentliche Rolle spielt. Es seien $+D_1$ und $+D_2$ die freien Spannungen in zwei verschiedenen, offen gedachten Daniell'schen Elementen, in welchen die das Zink umgebende Flüssigkeit F die gleiche ist, während das erste Element eine concentrirte Kupfersulfatlösung V_1, das andere eine Verdünnung V_2 enthält. Dann ist

$$+D_1 = Cu|V_1 + V_1|F + F|Zn,$$
$$+D_2 = Cu|V_2 + V_2|F + F|Zn,$$

und beide Elemente sind unterschieden durch die Grösse

$$\Delta = D_1 - D_2 = Cu|V_1 + V_1|F + F|V_2 + V_2|Cu.$$

Ist nun F eine Zinksulfat-Lösung L, so gilt die Beziehung

$$V_1|L + L|V_2 = V_1|V_2,$$

und die Differenz $D_1 - D_2$ lässt sich ausdrücken durch

$$\Delta_L = D_1 - D_2 = Cu|V_1 + V_1|V_2 + V_2|Cu.$$

Es wird nun

$$D_1 \gtrless D_2,$$

je nachdem Δ_L, d. h. die elektromotorische Kraft der Combination

$$Cu|V_1 + V_1|V_2 + V_2|Cu$$

eine in obigem Sinne positive oder negative Grösse ist. Die direkte Beobachtung liefert für die Potentialdifferenz

$$Cu|V_1 + V_1|V_2 + V_2|Cu$$

einen positiven Werth, d. h. es ist

$$D_1 > D_2:$$

die elektromotorische Kraft des Elements

$$Zn,\ ZnSO_4,\ CuSO_4,\ Cu$$

nimmt mit Verdünnung der Kupfersulfatlösung ab.

Da ferner die Grösse $V_1|V_2 = V_1|L + L|V_2$ unabhängig von dem Concentrationsgrade der $ZnSO_4$-Lösung, d. h.

$$V_1|V_2 = V_1|L_1 + L_1|V_2 = V_1|L_2 + L_2|V_2 = \ldots.$$

so folgt, dass die Abnahme Δ_L zweier Elemente für zwei bestimmte $CuSO_4$-Lösungen V_1 und V_2 und beliebig concentrirte Lösungen L die nämliche ist.

Diese Schlüsse werden hinfällig, wenn an Stelle der Salzlösung L eine Schwefelsäurelösung S tritt. In diesem Falle ist

$$D_1 - D_2 = Cu|V_1 + V_1|S + S|V_2 + V_2|Cu = \Delta_S.$$

Es ist aber

$$V_1|S + S|V_2 \text{ nicht gleich } V_1|V_2,$$

sondern

$$V_1|S + S|V_2 = V_1|V_2 \pm \alpha,$$

wobei α eine Funktion des Gehaltes an Schwefelsäurehydrat. Somit wird auch die Differenz

$$\Delta_S = D_1 - D_2$$

für zwei Daniell mit Kupfersulfatlösungen V_1 und V_2 nicht constant, sondern mit dem Concentrationsgrade der Schwefelsäure variiren.

Es kann daher nur eine specielle Untersuchung der einzelnen Fälle zur richtigen Entscheidung führen, und ich habe in Folgendem die Lösung dieser keineswegs leichten Aufgabe versucht.

---

§ 1. Anordnung der Versuche.

Zur Bestimmung elektromotorischer Kräfte bediene ich mich seit mehreren Jahren eines Edelmann'schen Cylinderquadranten-Elektrometers, eines Instruments, dessen Güte ich durch zahlreiche Messungen hinreichend erprobt habe. Von dem Gebrauche einer Zamboni'schen Säule, wie ich sie früher zum Laden der Aluminium-

nadel benützt hatte, musste ich aber diessmal absehen. Die Versuche fallen in die Wintermonate, zu welcher Zeit trockene Säulen unter äusserst ungünstigen Heizungsverhältnissen unserer Laboratoriumsräume zu leiden haben.

Als Ladungssäule diente vielmehr eine von Herrn Dr. Edelmann construirte Wasserbatterie aus 180 Volta'schen Elementen: Zink, Brunnenwasser, Kupfer.

Das Wasser befand sich in Reagenzcylindern, die von unten durch eine Glasplatte getragen und von einander durch Reihen von Glasstreifen getrennt gehalten wurden. Die freie Spannung dieser Kette erwies sich bald nach der Zusammensetzung als äusserst constant, so dass die durch ein und dieselbe galvanische Combination erzielte Ablenkung der Nadel wochenlang einen fast gleichen Werth annahm.

Diesem Umstande ist es wol hauptsächlich zuzuschreiben, dass die einzelnen Messungen, die oft Monate auseinander liegen, meist nur Differenzen von 0,1 bis 0,2 Procent aufweisen und dass die Grenze der Beobachtungsfehler 0,5 Procent niemals übersteigt.

Als sehr zweckmässig bewährten sich auch die in meiner letzten Arbeit erwähnten Heber, welche die Verbindung zwischen den getrennt stehenden Flüssigkeiten herstellten. Es sind diess rechtwinklig umgebogene, etwa 1 cm weite Glasröhren, die in der Mitte eine zum Eingiessen der Flüssigkeit bestimmte, mit Kork verschliessbare Oeffnung, an den Enden aber sehr enge Röhrchen tragen, so dass die Flüssigkeiten zwar in unmittelbare Berührung, aber nur in kleiner Fläche treten können.

Für jede Messung wurden sowol die Flüssigkeiten als auch die Heber erneuert, ein zwar zeitraubendes Verfahren, aber unerlässlich, wenn die Resultate den Grad obiger Genauigkeit erreichen sollen.

Die in den Elementen verwendeten Substanzen waren als chemisch rein bezogen und von mir noch besonders

auf ihre Reinheit geprüft worden. Die Salzlösungen und Verdünnungen des Schwefelsäurehydrats sind durch das specifische Gewicht, teilweise auch durch den Procentgehalt an Salz oder Säure charakterisirt. Da wir in unserm Laboratorium einen Destillationsapparat für Wasser besitzen, so konnte bezüglich der Gewinnung des zum Verdünnen bestimmten destillirten Wassers grosse Sorgfalt beobachtet werden. Von Metallen kommen Zink und Kupfer in Betracht. Das Zink war vollständig frei von Blei, Arsen, Antimon und sonstigen Verunreinigungen und in Stangen gegossen; zum Amalgamiren nahm ich verdünnte Schwefelsäure in dem Concentrationsgrade, in dem eben das Zink gebraucht werden sollte.

Die Kupferdrähte waren gleichfalls chemisch rein und ohne grosse Schwierigkeit sehr gleichmässig zu erlangen.

Die gesammte Aufstellung und Anordnung des Versuchsmaterials war insbesondere durch Anwendung des Beetz'schen Doppelschlüssels für elektrische Leitungen[9]) so günstig und bequem, dass das Ablesen der Ruhelage der Elektrometernadel, das gleichzeitige Einsenken der Metalle und des Hebers in die bereitstehenden Flüssigkeiten, sowie die Beobachtung der Ablenkung das Werk weniger Sekunden war.

Da ich beim Beginne meiner Arbeit keine sicheren Anhaltspunkte über den Einfluss der Temperatur auf die elektromotorische Kraft des Daniell'schen Elementes besass, so musste ich dafür Sorge tragen, dass die zu verschiedenen Zeiten angestellten Beobachtungen auf möglichst gleiche Temperaturen bezogen sind.

---

9) von Beetz, Sitz.-Ber. der kgl. b. Akademie d. W. 1880; p. 451. Wiedem. Ann. 1880, X; p. 348.

§ 2. Das Normalelement.

Eine ganz besondere Aufmerksamkeit muss jener Combination geschenkt werden, die als Einheit allen andern Bestimmungen zu Grunde gelegt wurde. Es ist diess ein Daniell'sches Element in der Zusammensetzung:

amalgamirtes chemisch reines Zink in verdünnter Schwefelsäure vom specifischen Gewicht 1,075 bei 18° C. chemisch reines Kupfer in concentrirter Kupfersulfatlösung vom spec. Gewicht 1,190 bis 1,200.

Die an dem nichtabgeleiteten Pole (Zink) auftretende freie Spannung wurde am Elektrometer vor, zwischen und nach jeder Versuchsreihe bestimmt, wobei jedesmal das Element vollständig neu hergestellt wurde. Ich hätte mir allerdings, wie ich am Abschlusse meiner Arbeit bemerkte, diesen Zeitaufwand theilweise ersparen können; es erwies sich nämlich mein Normalelement auch bei längerer Zusammensetzung als sehr constant.

Ich gebe in nachfolgender Tabelle eine der Versuchsreihen, die ich zur Prüfung des Elementes auf seine Constanz angestellt habe. Es wurde zunächst der Ausschlag für ein eben zusammengesetztes Element (Normalelement bez.) ermittelt. Alsdann blieb der Verbindungsheber mehrere Stunden in den beiden Flüssigkeiten, während die Metalle nicht eintauchten, sondern nur für den Moment der Beobachtung mit denselben in Berührung traten. Endlich liess ich auch die Metalle in den Flüssigkeiten und bestimmte von Zeit zu Zeit die Ablenkung der Nadel, während natürlich auch immer wieder das eigentliche Normalelement auf seinen Effekt geprüft wurde.

Charakter des Elements	Zeitdauer der Zusammensetzung	Effekt in Doppelmill. (2 m Abstand)	
			Normal-Element
Normalelement I	frisch zusammengesetzt	63,2	63,2
Normalelement II	„	63,1	63,1
Normalelement III	„	63,2	63,2
der Heber immer in den Flüssigkeiten, die Metalle nur während d. Beobachtung	1 Stunde	63,2	
	2 Stunden	63,1	
	3 Stunden	63,2	63,1
Heber und Metalle in den Flüssigkeiten	4 Stunden	63,2	
	5 Stunden	63,0	
	6 Stunden	63,0	63,0
	20 Stunden	62,7	63,1

Es war also innerhalb 6 Stunden eine wesentliche Aenderung der elektromotorischen Kraft nicht eingetreten, und erst nach 20-stündiger Zusammensetzung des Elements zeigte sich eine Abnahme von nur 0,6 %. Zu anderer Zeit angestellte Beobachtungen lieferten bei 24-stündiger Zusammensetzung Abnahmen von 0.5 bis 0,8 %, innerhalb der ersten 6 bis 8 Stunden jedoch war niemals eine merkbare Differenz zu verzeichnen.

Dabei beliefen sich die Temperaturschwankungen im Maximum auf 2 Grade.

Es entsteht die Frage, welchen Einfluss grössere Temperaturdifferenzen auf die elektromotorische Kraft des Normalelementes haben.

Auch in dieser Richtung stellte ich vielfache Beobachtungen an. Ein Normalelement wurde mehrere Stunden

lang in einem Wasserbade auf constanter Te
halten; dabei zeigte sich keine Aenderung
Spannung, obwohl die Combination zusammen
Hierauf wurden die Flüssigkeiten in den Glä
Heber auf dieselbe höhere Temperatur gebra
Zeit zu Zeit, während sich die Flüssigkeiten
kühlten, die Ablenkung der Nadel bestimmt.

Temperatur t°	Ausschlag in Doppelmill.	N El
18,3		6
18,3		6
18,3		6
24,0	63,8	
23,5	63,8	
22,5	63,8	6
21,8	63,7	
21,0	63,8	
20,5	63,8	
18,3	63,7	
18,3		6
17,5		6

Es zeigte sich also innerhalb der 6 ½ C
peraturdifferenz keine merkbare Aend
freien Spannung.

Diese Eigenschaft zeichnet die beschriebene
vortheilhaft vor dem in England vielfach
Elemente von Latimer Clark aus, das a
seltene Constanz, aber auch einen ziemlich h
peraturcoëfficienten besitzt. Ich werde üb
Gegenstand in einem „Anhange" noch ausf
handeln und bemerke nur noch an dieser Stel

1 Latimer Clark bei 18° C = 1,217 Einheiten,

1 Element: Zink, conc. Zinksulfat, conc. Kupfersulfat, Kupfer = 0,886 Einheiten

der von mir gewählten Combination beträgt, so dass die 3 Elemente für die Temp. t = 18° C in dem Verhältnisse stehen

886 : 1000 : 1217.

§ 3. Ueber die Abhängigkeit der elektromotorischen Kraft des Daniell'schen Elementes von dem Concentrationsgrade der Schwefelsäure.

Aus reinem Schwefelsäurehydrat vom specifischen Gewicht 1,84 und destillirtem Wasser stellte ich eine Anzahl Verdünnungen her, von denen die an Schwefelsäure reicheren durch das specifische Gewicht, die übrigen durch spec. Gewicht und Volumenverhältniss des Wassers zu verdünnten Säuren charakterisirt sind.

Die Beobachtungen beziehen sich auf Lösungen vom spec. Gewicht 1,357 herab bis zu einer Verdünnung, die in einem Liter Wasser einen Tropfen Schwefelsäure vom spec. Gewicht 1,075 enthielt. Ich habe bereits erwähnt, dass ich als Amalgamsäure Schwefelsäure und zwar in dem Concentrationsgrade wählte, der für die betreffenden Messungen selbst angewandt werden sollte. Diess ist natürlich nur bis zu einer gewissen Grenze möglich; ist die Säure zu schwach, so vermag dieselbe das Zink nicht mehr von der Oxydschichte zu befreien, und es ist die Verwendung eines stärkeren Concentrationsgrades nicht zu umgehen.

Da nun aber das so amalgamirte Zink mit schwachen Säuren in Berührung treten soll, so muss dafür gesorgt werden, dass letztere durch die stets am amalgamirten Zink sich vorfindenden Säurereste nicht in ihrem Charakter eine

rung erleiden. Man muss also das Zink vor dem Gebrauche längere Zeit in derjenigen Verdünnung abwaschen, deren Verhalten eben geprüft werden soll.

us diesem Grunde ist es geradezu unmöglich, das ten von amalgamirtem Zink in reinem Wasser zu iren; auch das sorgfältigste Abwaschen und Abreiben nicht, um die letzten Spuren der Amalgamsäure zu verwischen, und es ist in Folge dessen eine Constanz der freien Spannung von vorneherein nicht zu erwarten.

Ich habe wohl noch Verdünnungen in das Bereich meiner Untersuchungen gezogen, die noch weit unter der vorhin gegebenen Grenze liegen; ich bemerke aber ausdrücklich, dass die Mischung 1 Liter Wasser + 1 Tropfen verdünnter Säure vom spec. Gew. 1,075 das Minimum der Verdünnung sein dürfte, für welche noch constante Resultate erwartet werden konnten.

Es soll nun gezeigt werden, wie sich die freie Spannung im Daniell'schen Elemente ändert, wenn bei gleichbleibender Kupfersulfatlösung eine Aenderung dem Verdünnungsgrade des Schwefelsäurehydrat eintritt. Die sich gleichbleibende $CuSO_4$-Lösung kann dabei entweder in allen Combinationen concentrirt oder in irgendem bestimmten Grade der Verdünnung angewendet werden. Wir untersuchen zunächst den Einfluss der Concentrationsunterschiede der Säure, wenn eine gesättigte Kupfersulfatlösung das Kupfer angibt.

Die in den nachfolgenden Tabellen gegebenen einzelnen Beobachtungsresultate entstammen meist ganz verschiedenen Tagen und lassen bei grosser Uebereinstimmung [illegible] in der letzten Columne unter der Bezeichnung „Max." das Maximum der Beobachtungsdifferenzen für die [illegible]

Tabelle I.

Concentrirte Kupfersulfatlösung vom spec. Gewicht 1,190 bis 1,200.

Temperatur der Flüssigkeiten: 17—19 Grad C.

Fortl. Nr.	Charakter der Schwefelsäure	Elektromotorische Kraft Normal-Element = 1		δ_m
		Einzelne Beobachtungen	Mittel	
1	$\Delta = 1{,}357$ bei 17°	0,978 0,978 0,978	0,978	0,0 %
2	$\Delta = 1{,}266$ bei 19°	0,996 0,998 0,996 0,996 0,996 0,996 0,996 0,996	0,996	0,2 %
3	$\Delta = 1{,}222$ bei 16°	1,003 1,003 1,003 1,002 1,003	1,003	0,1 %
4	$\Delta = 1{,}186$ bei 16°	1,007 1,007 1,007 1,009 1,007 1,008 1,008 1,008	1,008	0,2 %
5	$\Delta = 1{,}133$ bei 16°	1,005 1,006 1,005 1,005 1,005 1,005 1,005	1,005	0,1 %
6	$\Delta = 1{,}075$ bei 18°	Normalelement	1,000	—
7	$\Delta = 1{,}050$ bei 16°	0,997 0,997 0,997 0,998 0,997	0,997	0,1 %
8	$\Delta = 1{,}037$ bei 17°	0,992 0,992 0,992 0,991 0,992 0,991 0,990 0,992 0,992	0,992	0,2 %
9	$\Delta = 1{,}007$ bei 19°	0,981 0,980 0,979 0,975 0,976 0,978 0,976 0,979 0,979 0,979	0,979	0,5 %
10	$\Delta = 1{,}0051$ bei 16°: 750 ccm H_2O + 75 ccm verd. H_2SO_4 v. spec. G. 1,050	0,977 0,977 0,977 0,977 0,977 0,977 0,976 0,978 0,978	0,977	0,2 %
11	$\Delta = 1{,}0035$ bei 17°: 750 ccm H_2O + 50 ccm verd. H_2SO_4 v. spec. G. 1,050	0,971 0,973 0,973 0,972 0,972 0,972	0,972	0,2 %
12	$\Delta = 1{,}0011$ bei 16°: 750 ccm H_2O + 100 ccm verd. H_2SO_4 v. spec. G. 1,007	0,965 0,965 0,966 0,966 0,965 0,967 0,967 0,966 0,967 0,967 0,966 0,966 0,967 0,966 0,965 0,965 0,966 0,966	0,966	0,2 %

	Charakter der Schwefelsäure	Elektromotorische Kraft Normalelement = 1	
		Einzelne Beobachtungen	Mittel
	[illegible]it. H_2O + 20 Tropfen [illegible]d. H_2SO_4 v. spec. G. 1,250	0,954 0,954 0,954	0,954
	[illegible]it H_2O + 11 Tropfen [illegible] SO_4 v. spec. G. 1,250	0,952 0,952 0,951 0,951	0,952
15	1 [illegible] H_2O + 6 Tropfen v[illegible] H_2SO_4 v. spec. G. 1,250	0,948 0,947 0,948 0,948	0,948
16	1 Liter H_2O + 2 Tropfen verd. H_2SO_4 v. spec. G. 1,250	0,938 0,938 0,938	0,938
17	1 Liter H_2O + 1 Tropfen verd. H_2SO_4 v. spec. G. 1,075	0,920 0,920 0,921	0,920

Aus dieser Tabelle ergibt sich folgendes Resultat:

Die elektromotorische Kraft des Daniell'schen Elementes, in welchem das Kupfer von [illegible] Kupfervitriollösung umgeben ist, wächst [illegible] Gehalte an Schwefelsäurehydrat, jedoch nur [illegible] einer gewissen Grenze; der Maximalwerth wird [illegible] für einen Schwefelsäuregehalt von spec. Gew. [illegible] nach Gewichtsprocenten [illegible] H_2SO_4 [illegible] Anwendung einer Säure von spec. Gewicht [illegible] bereits wieder eine Abnahme der Spannung [illegible] Das Maximum liegt also zwischen

[illegible]

[illegible]

Sonnig [illegible] Schwefelsäure [illegible] Schwefelsäure K

sulfat und deren Aenderungen mit dem Procentgehalt an Säure vorhanden sind, lässt sich wohl schwerlich entscheiden, wodurch der Zuwachs an freier Spannung bedingt ist. Die diesbezüglichen Angaben sind einander so widersprechend, dass sie unmöglich Anhaltspunkte zur Beantwortung obiger Frage bieten können. Dagegen dürfte die allmählich schwächer werdende Zunahme und der plötzliche Abfall der elektromotorischen Kraft für stärkere Säuren eine Erklärung in dem allmählich sich steigernden Auflösen des Zinks und der damit vermehrten Bildung von Zinksulfat finden, da ja bekanntlich diejenigen Daniell'schen Elemente, in denen das Zink von vorneherein mit $ZnSO_4$ umgeben ist, eine kleinere elektromotorische Kraft als das H_2SO_4-Element aufweisen.

Eine ähnliche Ansicht entwickelt Fromme[10]), der in seinen Untersuchungen über constante Ketten im Grove'schen Element ein durch die Schwefelsäure bedingtes Maximum der elektromotorischen Kraft beobachtet und zwar an der gleichen Stelle (zwischen 25- und 35 %iger H_2SO_4), wie ich sie für das Daniell'schen Element gefunden.

Auch den Beobachtungsreihen Baumgartner's[11])

40	Vol.-Th.	H_2SO_4	+ 100	Th.	H_2O	e = 1,06
50	„	„	+ 100	„	„	e = 1,06
80	„	„	+ 100	„	„	e = 1,07
100	„	„	+ 100	„	„	e = 1,04

ist zu entnehmen, dass eine stärker concentrirte Säure im Daniell'schen Element einen Abfall der elektromotorischen Kraft bedingt.

In den nun folgenden tabellarischen Zusammenstellungen ist die concentrirte Kupfersulfatlösung durch irgend

10) Fromme, Wiedem. Ann. 1879, VIII; p. 342.

11) Baumgartner, Carl's Repert. 1879, XV; p. 209.

Verdünnung dieser Salze ersetzt, während die v
dünnen Schwefelsäurelösungen den gleichen Procentgeh
in Tabelle I besitzen.

Tabelle II.

Verdünnte Kupfersulfatlösung vom spec. Gewicht 1,062 bei 17

(10 Gew. Th. $CuSO_4$ + 100 Gew. Th. H_2O.)

Forts. Nr.	Charakter der Schwefelsäure	Elektromotorische Kraft Normalelement = 1		Δ_n
		Einzelne Beobachtungen	Mittel	
1	$\Delta = 1,357$ bei 17°	0,991 0,992	0,992	0,1
2	$\Delta = 1,298$ bei 19°	1,008 1,008	1,008	0,1
3	$\Delta = 1,222$ bei 19°	1,015 1,015 1,015	1,015	0,1
4	$\Delta = 1,196$ bei 19°	1,020 1,022 1,020 1,020 1,020	1,020	0,1
5	$\Delta = 1,131$ bei 19°	1,027 1,027 1,026 1,027	1,027	0,1
6	$\Delta = 1,075$ bei 19°	1,032 1,032 1,031 1,032 1,032 1,031 1,031 1,030 1,030		

Tabelle III.

Verdünnte Kupfersulfatlösung vom spec. Gewicht 1,0045 bei 18°.

(0,6 Gew. Th. $CuSO_4$ + 100 Gew. Th. H_2O.)

Fortl. Nr.	Charakter der Schwefelsäure	Elektromotorische Kraft Normalelement = 1		δ_m
		Einzelne Beobachtungen	Mittel	
1	Δ = 1,357 bei 17°	1,022 1,019 1,019 1,019	1,020	0,3 %
2	Δ = 1,266 bei 19°	1,027 1,027 1,027	1,027	0,0 %
3	Δ = 1,222 bei 16°	1,032 1,033 1,033 1,034		
		1,034	1,033	0,2 %
4	Δ = 1,186 bei 16°	1,038 1,039 1,039 1,039		
		1,039 1,038 1,038 1,039		
		1,038 1,041 1,041	1,039	0,3 %
5	Δ = 1,133 bei 16°	1,034 1,033 1,033 1,034		
		1,033 1,031 1,033	1,033	0,3 %
6	Δ = 1,075 bei 18°	1,023 1,022 1,022 1,022		
		1,025 1,024 1,026 1,026		
		1,025 1,022 1,025 1,024		
		1,024 1,024 1,024 1,024		
		1,024	1,024	0,4 %
7	Δ = 1,050 bei 16°	1,020 1,021 1,020	1,020	0,1 %
8	Δ = 1,037 bei 17°	1,015 1,013 1,013 1,013		
		1,014 1,013 1,014 1,014		
		1,015	1,014	0,2 %
9	Δ = 1,007 bei 19°	0,999 1,001 1,999 1,000		
		1,001 1,000 1,000 0,999		
		0,999 0,999 0,998	0,999	0,3 %
10	Δ = 1,0051 bei 16°	0,989 0,989 0,989 0,989		
		0,989 0,989	0,989	0,0 %
11	Δ = 1,0035 bei 17°	0,975 0,975 0,975 0,976	0,975	0,1 %
12	Δ = 1,0011 bei 16°	0,966 0,967 0,966 0,966		
		0,966 0,965 0,965	0,966	0,2 %
13	1 L. H_2O + 20 Tr. (1,250)	0,944 0,944 0,944	0,944	0,0 %
14	1 L. H_2O + 11 Tr. (1,250)	0,935 0,935 0,935 0,934		
		0,934 0,933 0,933 0,931		
		0,933 0,933	0,934	0,4 %
15	1 L. H_2O + 6 Tr. (1,250)	0,932 0,932 0,932	0,932	0,0 %
16	1 L. H_2O + 2 Tr. (1,250)	0,920 0,920 0,920	0,920	0,0 %
17	1 L. H_2O + 1 Tr. (1,075)	0,897 0,899	0,898	0,2 %

Tabelle IV.

Kupfersulfatlösung vom spec. Gewicht 1,0015 bei 16°.

,2 Gew. Th. $CuSO_4$ + 100 Gew. Th. H_2O.)

	Charakter der Schwefelsäure	Elektromotorische Kraft Normalelement = 1		δ_m
		Einzelne Beobachtungen	Mittel	
1	= 1,0 bei 17°	—	—	—
	= 1,200 bei 19°	1,037 1,038 1,037 1,037	1,037	0,1 %
	= 1,222 bei 16°	1,043 1,044 1,044 1,044	1,044	0,1 %
	= 1,186 bei 16°	1,048 1,048 1,049 1,049	1,049	0,1 %
5	= 1,133 bei 16°	1,042 1,042 1,042 1,041 1,041	1,042	0,1 %
6	Δ = 1,075 bei 18°	1,033 1,034 1,033	1,033	0,1 %
7	Δ = 1,050 bei 16°	1,028 1,028 1,029	1,028	0,1 %
8	Δ = 1,037 bei 17°	1,019 1,020 1,019	1,019	0,1 %
9	Δ = 1,007 bei 19°	1,004 1,004 1,004 1,005 1,005	1,004	0,1 %
10	Δ = 1,0051 bei 16°	0,994 0,994 0,994	0,994	0,0 %
11	Δ = 1,0035 bei 17°	0,976 0,976 0,976	0,976	0,0
12	Δ = 1,0011 bei 18°	0,965 0,965 0,966 0,965 0,965	0,965	0,1
13	1 L. H_2O + 20 Tr. (1,250)	0,938 0,936 0,936	0,937	0,2
14	1 L. H_2O + 11 Tr. (1,250)	0,931 0,931	0,931	0,0
15	1 L. H_2O + 6 Tr. (1,250)	0,926 0,926	0,926	0,0
16	1 L. H_2O + 2 Tr. (1,250)	0,915 0,915 0,915	0,915	0,0
17	1 L. H_2O + 1 Tr. (1,075)	—	—	—

Um die in den Tabellen I bis IV niedergelegten Beobachtungen von einem gemeinsamen Gesichtspunkte aus betrachten zu können, stelle ich die als **Mittel** für die elektromotorischen Kräfte gefundenen Resultate in folgender Tabelle übersichtlich zusammen.

Das **Normalelement**, dessen elektromotorische Kraft = **1** gesetzt ist, enthält Schwefelsäure vom spec. Gewicht 1,075 bei 18° C und concentrirten Kupfervitriol.

Tabelle V.

Charakter der Schwefelsäure S		Concentrationsgrad der Kupfersulfatlösungen (Gew.-Th. Salz + 100 Gew.-Th. Wasser)			
		conc.	10 : 100	0,6 : 100	0,2 : 100
		V_1	V_2	V_3	V_4
S_1	$\Delta = 1{,}357$ bei 17°	0,978	0,991	1,020	—
S_2	$\Delta = 1{,}266$ bei 19°	0,996	1,008	1,027	1,037
S_3	$\Delta = 1{,}222$ bei 16°	1,003	1,015	1,033	1,044
S_4	$\Delta = 1{,}186$ bei 16°	**1,008**	**1,020**	**1,039**	**1,049**
S_5	$\Delta = 1{,}133$ bei 16°	1,005	1,017	1,033	1,042
S_6	$\Delta = 1{,}075$ bei 18°	**1,000**	1,011	1,024	1,033
S_7	$\Delta = 1{,}050$ bei 16°	0,997	1,006	1,020	1,028
S_8	$\Delta = 1{,}037$ bei 17°	0,992	1,000	1,014	1,019
S_9	$\Delta = 1{,}007$ bei 19°	0,979	0,987	0,999	1,004
S_{10}	$\Delta = 1{,}0051$ bei 16°	0,977	0,981	0,989	0,994
S_{11}	$\Delta = 1{,}0035$ bei 17°	0,972	0,973	0,975	0,976
S_{12}	$\Delta = 1{,}0011$ bei 16°	**0,966**	**0,965**	**0,966**	**0,965**
S_{13}	1 L. H_2O + 20 Tr. S. v. sp. G. 1,250	0,954	0,951	0,944	0,937
S_{14}	1 L. H_2O + 11 Tr. S. v. sp G 1,250	0,952	—	0,934	0,931
S_{15}	1 L. H_2O + 6 Tr. S. v. sp. G. 1,250	0,948	0,944	0,932	0,926
S_{16}	1 L. H_2O + 2 Tr. S. v. sp. G 1,250	**0,938**	**0,933**	**0,920**	**0,915**
S_{17}	1 L. H_2O + 1 Tr. S. v. sp. G 1,075	0,920	—	—	—

Als untere Grenze der elektromotorischen Kraft des Daniell'schen Elementes wähle ich die 16. Horizontalreihe; die in derselben aufgeführten vier Combinationen haben die Säure S_{16} (1 Liter + 2 Tropfen verdünnte Schwefelsäure vom spec. Gewicht 1,25) gemeinsam, unterscheiden sich aber durch den verschiedenen Procentgehalt (V_1, V_2, V_3, V_4) an Kupfersulfat.

Ich bezeichne der Reihe nach die freien Spannungen der genannten 4 Elemente mit

$$D_{16\cdot1}\ D_{16\cdot2}\ D_{16\cdot3}\ D_{16\cdot4},$$

wobei sich also der erstere Index auf die Säure, der

ire auf die Kupfersulfatlösung bezieht; dann ist

$$D_{16.1} = Zn|S_{16} + S_{16}|V_1 + V_1|Cu = 0{,}938\ D$$
$$D_{16.2} = Zn|S_{16} + S_{16}|V_2 + V_2|Cu = 0{,}933\ D$$
$$D_{16.3} = Zn|S_{16} + S_{16}|V_3 + V_3|Cu = 0{,}920\ D$$
$$D_{16.4} = Zn|S_{16} + S_{16}|V_4 + V_4|Cu = 0{,}915\ D.$$

Um nun den durch eine Verstärkung der Säure bedingten Zuwachs der elektromotorischen Kraft zu erhalten, brauche ich nur obige Werthe $D_{16.1}$, $D_{16.2}$, $D_{16.3}$, $D_{16.4}$ der Reihe nach von den in derselben Vertikalreihe aufgeführten Zahlen zu subtrahiren.

Nehme ich beispielsweise die 1. Vertikalreihe, dann ist

$$D_{1.1} - D_{16.1} = 0{,}978 - 0{,}938 = 0{,}040\ D$$
$$D_{2.1} - D_{16.1} = 0{,}996 - 0{,}938 = 0{,}058\ D$$
$$\cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot$$
$$D_{15.1} - D_{16.1} = 0{,}948 - 0{,}938 = 0{,}010\ D;$$

für die 2. Vertikalreihe:

$$D_{1.2} - D_{16.2} = 0{,}991 - 0{,}933 = 0{,}058\ D$$
$$D_{2.2} - D_{16.2} = 1{,}008 - 0{,}933 = 0{,}075\ D$$

u. s. f.

Auf diese Weise entsteht das nachfolgende Schema, uns die Zunahme der elektromotorischen Kraft in Tausendstel Einheiten veranschaulicht.

Tabelle VI.

Schwefelsäure		Kupfersulfat			
		conc.	10 : 100	0,6 : 100	0,2 : 100
		V_1	V_2	V_3	V_4
S_1	$\Delta = 1{,}357$	40	58	100	—
S_2	$\Delta = 1{,}266$	58	75	107	122
S_3	$\Delta = 1{,}222$	65	82	113	129
S_4	$\Delta = 1{,}186$	**70**	**87**	**119**	**134**
S_5	$\Delta = 1{,}133$	67	84	113	127
S_6	$\Delta = 1{,}075$	62	78	104	118
S_7	$\Delta = 1{,}050$	59	73	100	113
S_8	$\Delta = 1{,}037$	54	67	94	104
S_9	$\Delta = 1{,}007$	41	54	79	89
S_{10}	$\Delta = 1{,}0051$	39	48	69	79
S_{11}	$\Delta = 1{,}0035$	34	40	55	61
S_{12}	$\Delta = 1{,}0011$	28	32	46	50
S_{13}	20 Tropfen	16	18	24	22
S_{14}	11 „	14	—	14	16
S_{15}	6 „	10	11	12	11
S_{16}	2 „	0	0	0	0

Es zeigt sich somit, dass die aus Tabelle I gefolgerten Schlüsse auch dann noch ihre Giltigkeit haben, wenn an die Stelle einer concentrirten $CuSO_4$-Lösung irgend welche Verdünnung dieses Salzes tritt:

Die elektromotorische Kraft des Daniell'schen Elementes

$$Zn,\ H_2SO_4,\ CuSO_4,\ Cu$$

nimmt mit dem Procentgehalt der Säure zu; sie

t ein **Maximum**, das bei Anwendung concentrirter rdünnter Kupfervitriollösungen an der gleichen Stelle, n für 25 bis 30%ige **Schwefelsäure** eintritt; b eiterem Gehalt an Schwefelsäurehydrat nimmt d eie Spannung wieder ab.

ie **Erhöhung der elektromotorischen Kraft** vol ieht sich jedoch für die **verschiedenen Concentrationsgrade** des $CuSO_4$ **nicht in dem** gl l e. Es ist ja

$$D_{4,1} = 0{,}070\ D$$
$$D_{4,2} = 0{,}087\ D$$
$$D_{4,3} - D_{16,3} = 0{,}119\ D$$
$$D_{4,4} - D_{16,4} = 0{,}134\ D, \text{ und}$$

$$D_{16,1} : D_{4,1} = 1000 : 1075$$
$$D_{16,2} : D_{4,2} = 1000 : 1093$$
$$D_{16,3} : D_{4,3} = 1000 : 1130$$
$$D_{16,4} : D_{4,4} = 1000 : 1146,$$

d. h. **der Zuwachs wird um so bedeutender**, je verdünnter die $CuSO_4$-Lösung **genommen** wird, und er ist am grössten, wenn das **Kupfer** v reinem Wasser umgeben ist. Diess **ergibt** sich a nachfolgender Zusammenstellung über die

elektromotorische Kraft der Combination *Zn*, H_2SO_4, H_2O, *Cu* **für verschied procentige** H_2SO_4-**Lösungen.**

Tabelle VII.

$J = 1{,}075$	$J = 1{,}059$	$J = 1{,}057$	$J = 1{,}007$	$J = 1{,}0051$	$J = 1{,}005$	$J = 1{,}0011$	1 Liter H_2O + 15 Tropfen H_2SO_4 (1,25)	1 Liter H_2O + 11 Tropfen	1 Liter H_2O + 6 Tropfen	1 Liter H_2O + 2 Tropfen	1 Liter H_2O + 1 Tropfen
S_8	S_7	S_6	S_5	S_{10}	S_{11}	S_{12}	-	S_{14}	S_{15}	S_{16}	-
1,076	1,069	1,058	1,039	—	1,019	1,004	0,973	0,956	0,944	0,907	[illegible]

Bezeichne ich das Element mit der Säure 16 und destillirtem Wasser mit $D_{16,0}$, das Element mit S_6 und H_2O mit $D_{6,0}$, so berechnet sich das Verhältniss

$$D_{16,0} : D_{6,0} = 1000 : 1231,$$

während

$$D_{16,4} : D_{6,4} = 1000 : 1129$$
$$D_{16,3} : D_{6,3} = 1000 : 1113$$
$$D_{16,2} : D_{6,2} = 1000 : 1084$$
$$D_{16,1} : D_{6,1} = 1000 : 1064.$$

Die Beobachtung der Potentialdifferenz derjenigen Combinationen, in denen das Kupfer von H_2O umgeben ist, hat mit der grössten Vorsicht zu geschehen; sobald nur eine Spur Schwefelsäure mit dem Wasser sich vermischt hat, sinkt sofort die elektromotorische Kraft. Ich vermuthe daher, dass die oben gegebenen Zahlen namentlich für die stärkeren Säuren zu klein ausgefallen sind. Die erhebliche Veränderung, die der Zusatz einer Spur H_2SO_4 zu destillirtem Wasser hervorruft, constatirt auch Fromme[12]) gelegentlich einer Untersuchung über den Einfluss der Concentration auf die elektromotorische Kraft des Elementes Zn, H_2SO_4, Cu. Fromme bringt einen Zinkcylinder in verdünnte Schwefelsäure, einen Kupferdraht in destillirtes Wasser und verbindet beide Flüssigkeiten durch einen capillar ausgezogenen, ebenfalls mit verdünnter Säure gefüllten Heber. Während nun die Potentialdifferenz dieser Combination, d. h.

$$Zn|H_2SO_4 + H_2SO_4|H_2O + H_2O|Cu = 1{,}095$$

in der von Fromme gewählten Einheit beträgt, sinkt dieselbe sofort auf 1,016, wenn auch nur die minimalste Menge Säure dem Wasser zugesetzt wird.

---

12) Fromme, Wiedem. Ann. 1881; XII, p. 418 ff.

§ 4. Ueber die Abhängigkeit der elektromotori des Daniell'schen Elementes von dem Concentr der Kupfersulfatlösung.

Ein Blick auf die in Tabelle V gegebene stellung sämmtlicher Resultate überzeugt uns Veränderungen der Kupfersulfatlösung bleibender Schwefelsäure ganz eigenthü hältnisse hervorrufen.

Die 4. Horizontalreihe enthält die Werthe der elektromotorischen Kräfte in der nationen

$$D_{4\cdot1}\ D_{4\cdot2}\ D_{4\cdot3}\ D_{4\cdot4},$$

in welchen die Säure S_4 die gleiche, dagegen vitriol verschieden ist.

Da

$$D_{4\cdot1} < D_{4\cdot2} < D_{4\cdot3} < D_{4\cdot4},$$

so ergibt sich für diese Reihe eine Erhöhung de differenz mit Verdünnung der Kupfersulfatlösun zeigt die 12. Horizontalreihe die Beziehung

$$D_{12\cdot1} = D_{12\cdot2} = D_{12\cdot3} = D_{12\cdot4},$$

d. h. keine durch Concentrationsunterschiede im dingte Aenderung, und Reihe 16 eine Abnahme motorische Kraft mit Verdünnung des Kupfersu

$$D_{16\cdot1} > D_{16\cdot2} > D_{16\cdot3} > D_{16\cdot4}.$$

Die nachfolgende Tabelle soll uns nun einen überblick über den Einfluss des Concen grades der $CuSO_4$-Lösung verschaffen, z Zwecke das erste Glied jeder Horizontalreihe von folgenden Zahlen der Reihe nach subtrahirt wu

$$D_{1\cdot2} - D_{1\cdot1} = 0{,}991 - 0{,}978 = 0{,}013$$
$$D_{1\cdot3} - D_{1\cdot1} = 1{,}020 - 0{,}978 = 0{,}042$$
$$D_{1\cdot4} - D_{1\cdot1} = \quad . \quad . \quad . \quad .$$

Tabelle VIII.

Schwefelsäure		Kupfersulfat			
		conc.	10 : 100	0,6 : 100	0,2 : 100
		V_1	V_2	V_3	V_4
S_1	$\Delta = 1{,}357$	0	+ 13	+ 42	
S_2	$\Delta = 1{,}266$	0	+ 12	+ 31	+ 41
S_3	$\Delta = 1{,}222$	0	+ 12	+ 30	+ 41
S_4	$\Delta = 1{,}186$	0	+ 12	+ 31	+ 41
S_5	$\Delta = 1{,}133$	0	+ 12	+ 28	+ 37
S_6	$\Delta = 1{,}075$	0	+ 11	+ 24	+ 33
S_7	$\Delta = 1{,}050$	0	+ 9	+ 23	+ 31
S_8	$\Delta = 1{,}037$	0	+ 8	+ 22	+ 27
S_9	$\Delta = 1{,}007$	0	+ 8	+ 20	+ 25
S_{10}	$\Delta = 1{,}0051$	0	+ 4	+ 12	+ 17
S_{11}	$\Delta = 1{,}0035$	0	+ 1	+ 2	+ 4
S_{12}	$\Delta = 1{,}0011$	0	− 1	± 0	− 1
S_{13}	20 Tropfen	0	− 3	− 10	− 17
S_{14}	11 „	0		− 18	− 21
S_{15}	6 „	0	− 4	− 16	− 22
S_{16}	2 „	0	− 5	− 18	− 23

Während also bei Anwendung stärkerer Säuren die freie Spannung im Daniell'schen Element um so grösser wird, je verdünnter die Kupfersulfatlösung, zeigt sich bei Anwendung sehr schwacher Säuren eine Abnahme der elektromotorischen Kraft mit zunehmender Verdünnung. Der Uebergang von dem einen in das andere Extrem erfolgt allmählich; d. h. der Zuwachs wird nach und nach kleiner und geht durch Null hindurch in's Negative.

Dabei erfolgt der Durchgang durch den N
die vier $CuSO_4$-Lösungen fast gleichzeitig;
Worten: es existirt ein Concentratio
Säure, für welchen ein Daniell'sches E
gleiche Spannung liefert, mag der *CuS*
trirt oder irgendwie verdünnt sein.

Die betreffende Schwefelsäurelösung hat d
Gewicht **1,0011** bei 16° und ist zusammengesetz
H_2O und 100 ccm verdünnter H_2SO_4 vom spec. G

Unter dieser Grenze nimmt die elektromot
mit zunehmender Verdünnung um so rascher
sich die Schwefelsäure dem Wasser nähert.

Dieses charakteristische Verhalten lässt ver
bei der Aenderung der elektromotorischen K
durch die Concentration der Flüssigkeiten, n
Grenze zwischen den Metallen und den Flüssigke
auch die an der Berührungsstelle der beid
keiten selbst auftretenden Potentialdi
von wesentlichem Einflusse seien.

Es lässt sich dies übrigens direkt beweisen.
die in den Tabellen VI und VIII gebildeten Z
die entsprechenden Spannungsdifferenzen ausd
entnehmen z B der 4. Horizontalreihe in Tab

$$D_{4,1} - D_{16,1} = \{Zn|S_4 + S_4|V_1 + V_1|$$
$$- \{Zn|S_{16} + S_{16}|V_1 + V_1|$$

$$D_{4,1} - D_{16,1} = Zn|S_4 + S_4|V_1 + V_1|S_{16} + S_{16}|Z$$
$$D_{4,2} - D_{16,2} = Zn|S_4 + S_4|V_2 + V_2|S_{16} + S_{16}|Z$$
$$D_{4,3} - D_{16,3} = Zn|S_4 + S_4|V_3 + V_3|S_{16} + S_{16}|Z$$
$$D_{4,4} - D_{16,4} = Zn|S_4 + S_4|V_4 + V_4|S_{16} + S_{16}|Z$$

Da in diesen vier Combinationen je die
letzten Glieder identisch sind, so folgt, dass die
beiden mittleren Glieder, bez.

$$S_4|V_1 + V_1|S_{16}$$
$$S_4|V_2 + V_2|S_{16}$$
$$S_4|V_3 + V_3|S_{16}$$
$$S_4|V_4 + V_4|S_{16}$$

eine mit dem Concentrationsgrade des Kupfervitriols variable Grösse ist, etwa

$$S_4|V + V|S_{16} = S_4|S_{16} \pm f(V),$$

und allgemein

$$S_a|V + V|S_b = S_a|S_b \pm f(V) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad I.$$

Ferner ist mit Bezugnahme auf die 4., 12. und 16. Horizontalreihe der Tabelle VIII

$$D_{4,4} - D_{4,1} = Cu|V_1 + V_1|S_4 + S_4|V_4 + V_4|Cu = +0{,}041\,D$$
$$D_{12,4} - D_{12,1} = Cu|V_1 + V_1|S_{12} + S_{12}|V_4 + V_4|Cu = -0{,}001\,D$$
$$D_{16,4} - D_{16,1} = Cu|V_1 + V_1|S_{16} + S_{16}|V_4 + V_4|Cu = -0{,}023\,D,$$

d. h.

$$V_a|S + S|V_b = V_a|V_b \pm \varphi(S) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad II.$$

Ist aber die Differenz

$$S_a|V - S_b|V$$

abhängig von V und

$$V_a|S - V_b|S$$

abhängig von S, so sind auch die einzelnen Glieder

$$S_a|V,\ S_b|V,\ V_a|S,\ V_b|S$$

und allgemein die Potentialdifferenz $H_2SO_4|CuSO_4$ von dem Gehalte an Säurehydrat oder Kupfersulfat wesentlich beeinflusst, so dass die Gesammtänderungen der elektromotorischen Kraft des Daniell'schen Elementes mit der Concentration gerade durch die zwischen den Flüssigkeiten sich abspielenden Processe ein eigenthümliches Gepräge erhalten.

Bevor ich dazu schreite, aus diesen Thatsachen weitere Schlüsse zu ziehen, muss ich noch eine Reihe von Versuchen erwähnen, die für die Beurtheilung der eigenthümlichen Verhältnisse von Interesse sind.

Dieselben beziehen sich auf die Veränderungen der elektromotorischen Kräfte des Daniell'schen Elementes mit der Zeit.

Die Erzielung gleichmässiger Resultate bei Anwendung stärkerer Säuren und verdünnter Kupfervitriol-Lösungen ist an die Bedingung geknüpft, dass die Ermittlung des Effektes möglichst rasch vollzogen werde und dass für jede neue Messung sowohl die Flüssigkeiten als die Heber erneuert werden. Während nämlich diejenigen Combinationen, die eine gesättigte $CuSO_4$-Lösung enthalten, eine grosse Constanz auch bei längerer Zusammensetzung besitzen, nimmt die freie Spannung in jenen Elementen, die mit verdünnten Salzlösungen bereitet sind, mit der Zeit ziemlich rasch ab.

Ich kann natürlich unmöglich alle in dieser Richtung gemachten Beobachtungen hier aufzählen, sondern entnehme meinen Versuchsreihen nur etliche charakteristische Beispiele; bezüglich des Normalelements verweise ich übrigens auf § 2.

I. Element. S_3 (1,222) und V_1 (concentrirt).

frisch zusammengesetzt:			1,002 D
„		„	1,003 D
nach	20	Minuten:	1,003 D
„	60	„	1,000 D
„	90	„	1,000 D
„	120	„	1,002 D
„	150	„	1,002 D
frisch zusammengesetzt:			1,002 D.

NB. Wegen des hohen Concentrationsgrades der Säure wurde das Zink jedesmal erneuert.

II. Element. S_{12} (1,0011) und V_1 (concentrirt).

frisch bereitet:		0,966 D
„	„	0,966 D
nach	5 Minuten:	0,968 D
„	10 „	0,966 D
„	20 „	0,966 D
„	40 „	0,968 D
„	60 „	0,968 D
„	70 „	0,966 D
„	80 „	0,966 D
„	200 „	0,966 D.

III. Element. S_3 (1,222) und V_3 (0,6 : 100).

frisch zusammengesetzt:		1,034 D
„	„	1,034 D
nach	5 Minuten:	1,033 D
„	30 „	1,017 D
„	80 „	1,017 D.

IV. Element. S_6 (1,075) und V_3 (0,6 : 100).

	Normal:	1,024 D
nach	10 Minuten:	1,021 D
„	20 „	1,021 D
„	30 „	1,019 D
„	90 „	1,018 D
„	100 „	1,014 D
„	150 „	1,009 D
„	160 „	1,009 D
„	200 „	1,003 D.

Die Abnahme in Folge längerer Zusammensetzung der Elemente erfolgt um so schneller, je verdünnter die Kupfersulfatlösung und je stärker die Säure genommen wird.

Dieser Umstand in Verbindung mit den früher angeführten Thatsachen, dass erstens die durch Concentration der Säure veranlasste Zunahme der freien Spannung um so beträchtlicher wird, je verdünnter die Kupfersulfatlösung; dass zweitens bei Anwendung nicht allzuschwacher Säuren ein Element mit verdünntem Kupfervitriol, bez. Wasser einen grösseren Effekt liefert, als ein Element mit gesättigter Salzlösung, legt den Gedanken nahe, es möchte die Potentialdifferenz $H_2SO_4|CuSO_4$ selbst um so bedeutender sich gestalten, je grösser die Verdünnung von $CuSO_4$ und je reicher die Säure an Schwefelsäurehydrat ist. Nun scheinen ferner an der Grenze zwischen H_2SO_4 und verdünnten $CuSO_4$-Lösungen sich Wärmeprocesse zu vollziehen, die in ihrem Verlaufe Analogien mit der eben vermutheten Veränderung der Potentialdifferenz $H_2SO_4|CuSO_4$ darbieten müssten.

Wenn eine Säurelösung durch Zusatz von Wasser noch weitere Verdünnung erfährt, so wird hiedurch eine bestimmte Wärmemenge frei.

Trifft mit demselben Concentrationsgrade der Schwefelsäure eine verdünnte Kupfersulfatlösung zusammen, so ist es höchst wahrscheinlich, dass letztere einen Theil ihres Wassers zur weiteren Verdünnung der Säure abgibt. Ist nun auch zunächst mit der Abgabe von Wasser ein Wärmeverbrauch verbunden, so wird in zweiter Linie durch Verdünnung der ursprünglich gegebenen Säure Wärme erzeugt und jedenfalls eine Menge, die an Grösse das gebundene Wärmequantum überwiegt. Die so frei werdende Wärme muss aber um so beträchtlicher ausfallen, je mehr die $CuSO_4$-Lösung sich dem Charakter reinen Wassers nähert und je concentrirter die Schwefelsäure genommen wird.

Sucht man in diesen Wärmetönungen die Ursache der Erhöhung der freien Spannung, dann finden die im Daniell-

schen Elemente beobachteten Erscheinungen eine einfache Erklärung.

Bleiben H_2SO_4 und $CuSO_4$ längere Zeit in Berührung, so ist ein Uebergang von Säure in Kupfersulfat unvermeidlich. Dadurch erhält aber die verdünnte Kupfersulfatlösung einen sauren Charakter, und die ursprünglich gegebene Wärmequelle wird wesentlich beeinträchtigt; d. h. es müsste nach obiger Hypothese die elektromotorische Kraft sofort abnehmen, was auch mit der Erfahrung übereinstimmt. Die minimalste Spur Schwefelsäure, die dem das Kupfer umgebenden Wasser oder verdünntem $CuSO_4$ zugesetzt wird, bewirkt ein rasches Sinken der freien Spannung.

Wie weit diese Schlüsse Berechtigung haben, lässt sich allerdings erst dann entscheiden, wenn die zwischen Schwefelsäure und Kupfersulfat statthabenden Wärmetönungen calorimetrisch ermittelt sind; doch kann man sich leicht durch den Versuch überzeugen, dass beim Vermischen von Schwefelsäure und verdünntem Kupfervitriol Temperaturerhöhungen eintreten.

§ 5. Ueber das Verhältniss des Normalelementes zu anderen praktischen Einheiten.

I. Das meinen Messungen als Einheit zu Grunde gelegte Normalelement besitzt eine wesentlich höhere elektromotorische Kraft als der gewöhnliche Daniell'sche Becher, in welchem die beiden Flüssigkeiten durch ein Thondiaphragma geschieden sind. Diese Verschiedenheit kann zunächst in der Anwendung eines Thoncylinders, aber auch in einer verschiedenartigen Beschaffenheit der käuflichen Metalle gegenüber dem von mir gebrauchten chemisch reinen Stangenzink und Kupferdraht begründet sein. Um Beides scharf auseinander zu halten, stellte ich zunächst eine Reihe von Elementen her, in denen ich die Metalle meines Normal-

[illegible]tes beibehielt; anstatt aber die beiden Lösungen (concentrirter Kupfervitriol und verdünnte Schwefelsäure von spec. Gewicht 1,075) durch einen Heber zu verbinden, trennte ich beide durch Thoncylinder, die Tage lang in de[illegible]rtem Wasser gelegen und mehrere Stunden vor dem Gebrauche in verdünnte Säure gestellt worden waren. Nach jede[illegible] Beobachtung wurden die Metalle aus den Flüssigkeiten e[illegible]rnt, um eine Aenderung der elektromotorischen Kraft durch Oberflächenänderung [illegible]r Metalle vollständig auszuschliessen. Während nun in den ersten Minuten die Ablenkungen der Elektrometernadel genau dem Werth des Normalelementes ergaben, zeigte sich, nachdem das Diaphragma 20 Minuten in den Flüssigkeiten geblieben war, bereits eine Abnahme der elektromotorischen Kraft von 1%, nach 2 Stunden von 1,5%, nach 9 Stunden von 3%.

In der gleichen Zeit ändert das Normalelement unter sonst gleichen Umständen sich nicht merklich, so dass also die geringere freie Spannung im gewöhnlichen Daniell'schen Elemente theilweise aus dem Gebrauche des porösen Cylinders sich erklärt.

In einer zweiten Versuchsreihe wurde der [illegible] reine Kupferblech [illegible] einen Cylinder von Kupfer [illegible] ersetzt; dieser Austausch bewirkte keine wesentliche Änderung. Als aber endlich auch noch das Diaphragma [illegible] gegen einen sorgfältig amalgamirten Zinkcylinder [illegible] wechselt wurde, zeigte der Ausschlag am Elektrometer eine plötzliche Abnahme der elektromotorischen Kraft. Wurde dann [illegible] den Zinkcylinder durch [illegible] Zink ersetzt, stieg die freie Spannung sofort wieder [illegible] mehrere Procent. Hiemit ist der Beweis geliefert, dass [illegible] gewöhnliche amalgamirte Zink, wie es zu Zinkplatten verarbeitet wird, in verdünnter Schwefelsäure [illegible] verhält, als das chemisch reine, [illegible] dass [illegible] Verunreinigungen des [illegible] Zinks [illegible] Arsen. [illegible]

hieran die Schuld tragen, oder dass das Amalgamiren einer grösseren Fläche nicht so vollständig gelingt, als bei einem etwa 4 mm dicken Stabe.

Als Maximalbetrag für die elektromotorische Kraft des gewöhnlichen Daniell'schen Elementes erhielt ich den Werth 0,955 in Einheiten meines Normalelementes, in den meisten Fällen jedoch nur Zahlen von 0,91 bis 0,92.

II. In England wird als praktische Einheit vielfach das Element von Latimer Clark angewandt, eine Combination von äusserst constanter elektromotorischer Kraft. Dasselbe besitzt als positiven Pol reines Quecksilber, bedeckt mit einem durch Kochen von Quecksilbersulfat (Hg_2SO_4) in einer concentrirten Zinksulfatlösung erhaltenen Teige, und als negativen Pol chemisch reines amalgamirtes Zink, welches in den Brei taucht. Der Contact mit dem Quecksilber wird durch einen Platindraht hergestellt.

Die elektromotorische Kraft dieses Elementes, gemessen bei 15,5° C, beträgt nach Clark

1,457 Volts,

d. i. in absolutem Masse

$$1{,}457 \times 10^8\, c^{\frac{3}{2}}\, g^{\frac{1}{2}}\, s^{-2}.$$

Kennt man also das Verhältnis des von mir benützten Normalelementes zu dem Elemente von Clark, so lassen sich die früher gegebenen Zahlenreihen in Volts umrechnen und damit auf absolutes Mass zurückführen.

Zu diesem Zwecke stellte ich mehrere Elemente genau nach der Originalabhandlung[13]) zusammen und verglich dieselben

1) mit der von mir als „Normalelement" bezeichneten Combination:

---

13) Latimer Clark, Proceedings of the Royal Society of London. Vol. XX, p. 444—448.

hem. reines Zink in verd. H_2SO_4 v. spec. Gew. 1,075,
reines Kupfer in conc. $CuSO_4$ v. spec. Gew. 1,097.
mit einem Daniell'schen Elemente:
hem. reines Zink in conc. $ZnSO_4$ v. spec. Gew. 1,463,
eines Kupfer in conc. $CuSO_4$ v. spec. Gew. 1,097.

kungen der Elektrometernadel in Doppelmillimetern.

	Clark		Normalelement		Daniell mit $ZnSO_4$	
		t		t		t
I.	77,7	18°				
	77,7	18°			56,5	18°
	77,7	18°	63,8	18°	56,6	18°
	77,6	18°3			56,6	18°
	77,6	18°3				
	77,6	18°3				
	77,6	18°3	63,8	18°	56,5	17°9
	77,6	18°3			56,6	18°
	77,7	18°			56,5	18°
	77,7	17°8				
II.	77,6	17°8	63,9	18°	56,6	1[illegible]
	77,6	17°8			56,5	1[illegible]1
	77,6	17°7			56,5	1[illegible]
	77,6	17°7				
	77,6	17°7				
	77,6	18°				
	77,7	18°3	63,8	17°9		
	77,6	18°4				
	77,7	18°3				
	77,6	18°3	63,8	18°	56,5	1[illegible]
	77,6	18°3			56,5	1[illegible]
III.	77,7	18°			56,5	1[illegible]
	77,7	18°				
	77,6	18°				
	77,7	18°				
	77,7	18°	63,9	18°		
Mittel:	**77,65**	18°	**63,83**	18°	**56,53**	1[illegible]

Die elektromotorischen Kräfte der drei Elemente stehen somit in dem Verhältnisse

$$1217 : 1000 : 886$$

für die Temperatur $t = 18^0$ C.

Während nun das Normalelement innerhalb geringer Temperaturschwankungen sich nicht ändert, zeigt das Clark'sche Element einen ziemlich hohen Temperaturcoëfficienten. Derselbe beziffert sich

nach Clark als

0,06 % Abnahme pro Centigrad Temp.-Erhöhung,

nach Helmholtz[14]) als

0,08 % Abnahme pro Centigrad Temp.-Erhöhung,

nach eigenen Beobachtungen als

0,08 % Abnahme pro Centigrad Temp.-Erhöhung.

Es ist somit die elektromotorische Kraft des L. Cl. Elementes, gemessen bei $15^0 5$ C in Einheiten des Normalelementes $= 1{,}219$.

Hieraus berechnet sich dann die freie Spannung des Normalelements

$$\text{zu } 1{,}195 \text{ Volts} = 1{,}195 \cdot 10^8 \, c^{\frac{3}{2}} g^{\frac{1}{2}} s^{-2},$$

die des Elementes mit conc. Zink- und Kupfersulfatlösung

$$\text{zu } 1{,}059 \text{ Volts} = 1{,}059 \cdot 10^8 \, c^{\frac{3}{2}} g^{\frac{1}{2}} s^{-2}.$$

Für die gewöhnlichen Daniell'schen Elemente, welche Schwefelsäure und Kupfersulfat in gleicher Concentration wie das Normalelement, aber durch einen Thoncylinder geschieden, enthalten, in denen ferner die beiden Pole aus Cylindern von Zink und Kupferblech gebildet sind, erhält man auf Grund der vorhin gegebenen Zahlen

---

14) Helmholtz, Thermodynamik chemischer Vorgänge. Sitz.-Ber. der kgl. Akad. der Wiss. zu Berlin 1882.

Maximum

1,14 Volts

in den meisten Fällen nur

1,13 bis 1,10 Volts und darunter.

I. In der Einleitung zu dieser Abhandlung habe ich i durch Concentrationsunterschiede bedingte Aenderder freien Spannung in dem mit Zinksulfat construirten Daniell'schen Elemente hingewiesen. Zur Bestätigung der dort gegebenen Auseinandersetzungen führe ich die folgenden Versuchsreihen an.

Elektromotorische Kraft der Combination Zn, $ZnSO_4$, $CuSO_4$, Cu in Einheiten des Normalelementes.

t = 18°.

Concentrirte Zinksulfatlösung L $\Delta = 1{,}463$ bei 19°7		Verd. Zinksulfatlösung L' 0,5 G.-Th. Zinksulf. + 100 G.-Th. H_2O	
Kupfersulfatlös. V_1 = conc.	Kupfersulfatlös. V_2 ($\Delta = 1{,}004$)	Kupfersulfatlös. V_1 = conc.	Verd. Kupfersulfatlös. V_2 ($\Delta = 1{,}004$)
D.	D.	D.	D.
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]		[illegible]	
[illegible]		[illegible]	
[illegible]		[illegible]	
[illegible]		[illegible]	
[illegible]			
[illegible]			
[illegible]			
[illegible]			
[illegible]			
[illegible]			
[illegible]			
[illegible]			
[illegible]			
[illegible]			
[illegible]			
[illegible]			
Mittel: [illegible] D	[illegible] D	[illegible] D	[illegible]

$$D_1 = 0{,}886\, D = 1{,}059 \text{ Volts.}$$
$$D_2 = 0{,}865\, D = 1{,}034 \text{ Volts.}$$
$$D'_1 = 0{,}932\, D = 1{,}114 \text{ Volts.}$$
$$D'_2 = 0{,}910\, D = 1{,}087 \text{ Volts.}$$
$$D_1 - D_2 = 0{,}021\, D.$$
$$D'_1 - D'_2 = 0{,}022\, D.$$

Enthalten zwei Elemente D_1 und D_2 die gleiche $ZnSO_4$-Lösung L, aber zwei verschiedenprocentige Kupfersulfatlösungen V_1 und V_2, so besitzt das Element D_2 mit der Verdünnung V_2 eine geringere elektromotorische Kraft als die Combination D_1 mit der concentrirten Lösung V_1; die Differenz

$$D_1 - D_2 = Cu|V_2 + V_2|L + L|V_1 + V_1|Cu$$

bleibt dabei constant, welches auch der Concentrationsgrad der Zinksulfatlösung L sei, und zwar ist

$$D_1 - D_2 = D'_1 - D'_2 = \ldots\ldots = Cu|V_2 + V_2|V_1 + V_1|Cu,$$

d. h. $V_2|L + L|V_1 = V_2|L' + L'|V_1 = \ldots\ldots = V_2|V_1$.

Ist z. B.

V_1 eine conc. Kupfervitriollösung,

V_2 eine Verdünnung vom spec. Gewicht 1,004,

so ist

$$D_1 - D_2 = 0{,}022\, D,$$

welches auch der Concentrationsgrad des Zinkvitriols in den beiden Elementen D_1 und D_2 sei. Diese Zahl stimmt zur Genüge mit dem in einer früheren Arbeit[15]) direkt und indirekt gefundenen Werthe

$$Cu\left|\underset{1{,}0038}{V_2} + V_2\right|V_1 + \underset{\text{conc.}}{V_1}\Big|Cu = 0{,}023\, D$$

überein.

15) Sitz.-Ber. der kgl. b. Akademie d. Wiss. 1882, p. 9. Wiedem. Ann. 1882, XV, p. 396.

Anhang.

Die elektromotorische Kraft des Elementes Zink, Schwefelsäure, Kupfer.

Ich benützte die mannigfachen Verdünnungsgrade des Schwefelsäurehydrats, die mir für meine Untersuchungen über das Daniell'sche Element zu Gebote standen, gleichzeitig dazu, den Einfluss der Concentration auf die freie Spannung in der Combination

amalgamirtes Zink, Schwefelsäure, Kupfer

zu studieren. Mittlerweile hatte ich auch noch eine zweite Sorte chemisch reinen Kupferdrahtes aus der Hamburger Affinerie erhalten, der, in einer $CuSO_4$-Lösung, d. h. zur Construktion des Daniell'schen Elementes verwendet, durchweg die gleichen Resultate wie das früher erwähnte reine Kupfer liefert, dagegen in mehreren Concentrationsgraden der Schwefelsäure jenem gegenüber ein abweichendes Verhalten zeigt. Ich stelle die Beobachtungsresultate in folgender Tabelle übersichtlich zusammen und kennzeichne die mit dem Hamburger Kupfer erhaltenen Zahlen durch ein †.

Fortl. Nr.	Charakter der Schwefelsäure	Einzelne Beobachtungen Normalelement = 1.	Mittel
1	$\Delta = 1{,}266$	0,906 0,906 0,906	0,906
2	$\Delta = 1{,}252$	0,907 0,906 0,905 0,907 0,906 0,905	0,906
3	$\Delta = 1{,}186$	0,907 0,907 0,905 0,904 0,904 0,907† 0,906†	0,906
4	$\Delta = 1{,}133$	0,914 0,911 0,911 0,912 0,914 0,912	0,912
		0,933† 0,932† 0,930† 0,933†	0,932†

Fortl. Nr.	Charakter der Schwefelsäure	Einzelne Beobachtungen Normalelement = 1.	Mittel
5	$\Delta = 1{,}075$	0,913 0,913 0,913 0,912 0,914	
		0,915 0,912 0,912 0,913 0,915	
		0,916 0,915 0,913 0,913 0,913	
		0,913	0,914
		0,928 0,930 0,930	**0,929**
		0,933† 0,930† 0,932†	0,932†
6	$\Delta = 1{,}050$	0,924 0,924 0,924 0,923 0,923	
		0,924 0,924† 0,923†	0,924
7	$\Delta = 1{,}037$	0,922 0,922 0,921† 0,920† 0,921	
		0,921	0,921
8	$\Delta = 1{,}007$	0,917 0,920 0,919 0,919 0,917	
		0,919 0,919† 0,919† 0,919 0,919	0,919
9	$\Delta = 1{,}0035$	0,915 0,915 0,913	0,914
10	$\Delta = 1{,}0025$	0,908 0,907 0,906 0,907 0,906	
		0,907	0,907
11	$\Delta = 1{,}0011$	0,898 0,899 0,899 0,898 0,898	
		0,897 0,897	0,898
12	1 Liter H_2O + 20 Tr. H_2SO_4	0,883 0,884 0,884 0,883 0,885	
	vom spec. Gew. 1,25	0,884	0,884
13	1 Liter H_2O + 10 Tr. H_2SO_4 vom spec. Gew. 1,25	0,871 0,870 0,871 0,869 0,871	0,870
14	1 Liter H_2O + 5 Tr. H_2SO_4 vom spec. Gew. 1,25	0,863 0,863 0,865 0,865	0,864
15	1 Liter H_2O + 1 Tr. H_2SO_4	0,863 0,862 0,861 0,861 0 863	
	vom spec. Gew. 1,075	0,862	0,862
16	Aeusserste Verdünnung	0,856 0,856 0,856 0,853 0,854	
		0,854 0,851 0,854 0,853 0,851	
		0,854	0,854

Die elektromotorische Kraft amalg. Zink, Wasser, Kupfer konnte nicht ermittelt werden; auch das sorgfältigste Abwaschen des Zinks in destillirtem Wasser genügt nicht, die letzten Spuren der Amalgamsäure zu vertilgen, so dass jede neue Messung einen andern Werth ergibt.

Wie man aus obiger Zusammenstellung unmittelbar

erkennt, wächst die elektromotorische Kraft mit dem Gehalt an Säurehydrat anfangs rasch, dann langsamer und erreicht einen Maximalwerth, der im allgemeinen früher eintritt, als im Daniell'schen Elemente. Ferner variirt das Maximum mit verschiedenen Kupfersorten, ein Umstand, der auf eine Oberflächenänderung des Kupfers in stärkeren Säuregraden schliessen lässt.

Ist das specifische Gewicht der Schwefelsäure = 1,050, so liefern beiderlei Kupfer die Potentialdifferenz 0,924 D; für $\Delta = 1{,}075$ zeigt das ältere Kupfer das Maximum = 0,929 D, meist jedoch nur 0,914 D, während die Hamburger Sorte erst in der Säure vom specifischen Gewicht 1,133 den Maximalbetrag = 0,933 D liefert. Stärkere Säuren lassen in dem Verhalten der verschiedenen Kupferdrähte einen Unterschied nicht mehr erkennen.

Addirt man zu der Potentialdifferenz

$$Zn|H_2SO_4 + H_2SO_4|Cu = a$$

diejenige der Combination

$$Cu|H_2SO_4 + H_2SO_4|CuSO_4 + CuSO_4|Cu = b,$$

so resultirt die elektromotorische Kraft des Daniell'schen Elementes

$$a + b = Zn|H_2SO_4 + H_2SO_4|CuSO_4 + CuSO_4|Cu.$$

Für Schwefelsäure vom specifischen Gewicht 1,075 und Kupfersulfat vom specifischen Gewicht 1,004 ist

$$a = 0{,}914\ D$$
$$b = 0{,}109\ D.^{16})$$

Somit $a + b = 1{,}023$ D, während die direkte Beobachtung 1,024 D ergibt.

---

16) Diese Zahl entstammt einer früheren Arbeit: Sitz.-Ber. der kgl. b. Akad. d. Wiss. 1882, p. 14. Wiedem. Ann. 1882, XV, p. [illegible]

Sitzung vom 1. Juli 1882.

Herr Prof. Zittel berichtet über folgende von Herrn Dr. L. v. Ammon mitgetheilte Abhandlung:

„Ein Beitrag zur Kenntniss der vorweltlichen Asseln."

Unter den Crustaceen besitzt die Ordnung der Isopoden (Asseln) nur wenig fossile Vertreter. Es dürfte daher die Mittheilung von neuen Funden, welche einen weiteren Beitrag zur Kenntniss der vorweltlichen Repräsentanten dieser Gruppe zu liefern im Stande sind, nicht ohne Interesse aufgenommen werden.

Die Exemplare, auf welche sich diese Funde beziehen, sind noch in der Art bemerkenswerth, dass sie sich sowohl durch verhältnissmässig gute Erhaltung als auch durch besondere Grösse auszeichnen.

Die Stücke stammen aus unteroligocänen Mergelschichten von Häring bei Kufstein in Tirol und gehören theils zur Sammlung des kgl. Oberbergamtes in München, theils befinden sie sich im Besitze von Herrn Oberbergverwalter Mitterer in Häring.

Es möge mir gestattet sein, bei dieser Gelegenheit Herrn Mitterer wie Herrn Oberbergdirektor Dr. Gümbel, welch beide Herren durch gütige Ueberlassung des einschlägigen Materiales die eingehendere Untersuchung der interessanten Formen mir ermöglicht haben, meinen aufrichtigsten Dank auszudrücken.

Ferner möchte ich noch an dieser Stelle Herrn Techniker Ferd. Renner, welcher sich bestrebte, die der Abhandlung beigegebenen Tafeln in artistischer Beziehung (Lichtdruck) auf das Beste auszustatten, für seine gefälligen Bemühungen meinen verbindlichsten Dank sagen.

Ich werde nun zunächst die Beschreibung der Häringer Exemplare folgen lassen, woran sich zum Schluss eine Zusammenstellung sämmtlicher bis jetzt bekannten Reste fossiler Asseln reihen soll.

Beschreibung der Häringer Stücke.

Allgemeine Betrachtung.

Körperbau. Es liegen mir im Ganzen 8 Stücke vor. Eines davon ist von besonderer Grösse und Schönheit und durch vortrefflichen Erhaltungszustand ausgezeichnet. Alle Individuen befinden sich in normaler Stellung, auf dem Bauche liegend, es ist daher nur die Oberseite des Körpers sichtbar. Sämmtliche Exemplare erweisen sich nach demselben Typus gebaut, so dass die Stücke entweder einer einzigen Art oder wenigstens sehr nahestehenden angehören. Ich glaube, das erstere annehmen zu dürfen. Bei allen fällt in gleicher Weise das regelmässig langgestreckte Oval der Körpergestalt auf, ferner die harte mit eigenthümlicher Skulptur versehene Rückenhaut, die gleiche Breite der Segmente im Mittel- und Hinterleib, die übereinstimmende Länge der einzelnen Mittelleibsringe, das grosse, unten ausgezackte Endglied mit seitlichen flossenähnlichen Lamellen.

Das Hautskelet, dessen Chitinsubstanz schon während des Lebens der Thiere durch Aufnahme von Kalksalzen sich verfestigt hatte, ist als derber, glänzender Panzer ausgebildet. Die Oberfläche der Körperhaut erscheint nicht glatt, sondern zeigt eine chagrinartige Beschaffenheit, welche bei den kleineren Exemplaren als unregelmässige Punktirung,

bei den grösseren als derbere Granulirung oder in grubig-warziger Ausbildung auftritt.

Der erste Abschnitt des Rumpfes, der Kopf, ist nur an dem grossen vollständigen Exemplare erhalten. Derselbe besitzt nicht die Breite der übrigen Segmente und ist mit seinem unteren Theil in den vordersten Mittelleibsring, dessen Seitenecken beiderseits nach vorn etwas ausgezogen sind, eingesenkt. Auf dem Kopftheile bemerkt man die Spuren grosser Augen.

Den zweiten Abschnitt des Rumpfes bildet der Mittelleib (Pereion), welcher wie bei allen normal gebauten Asseln aus sieben Segmenten besteht. Diese sieben Brustsegmente haben so ziemlich die gleiche Länge, auch ihre Breite, welche erstere um ein Bedeutendes übertrifft, ist nahezu die gleiche. Einen analogen Bau zeigen uns die lebenden Aegiden.

Den einzelnen Ringen sind seitwärts lappige Fortsätze, die Seitenplatten oder Epimera, angefügt.

Den dritten Abschnitt des Rumpfes stellt der Hinterleib (Postabdomen, Pleon) dar, der sich aus sechs Theilen zusammensetzt. Die ersten fünf Abschnitte sind als freie Ringe ausgebildet, welche in ihrer Form den Segmenten des Mittelleibes gleichen. Sie unterscheiden sich von den letzteren nur durch etwas geringere Länge. Wie diese besitzen auch die Hinterleibsringe seitliche Anhänge, doch erreichen dieselben nicht die Grösse der Epimera des Thorax.

Das Schlussglied des Postabdomens bildet das lange Schwanzschild, das Telson (ursprünglich aus zwei getrennten Ringen bestehend, so dass auch am Hinterleib die 7-Zahl in der Segmentirung zum Ausdruck kommt). Die Länge desselben übertrifft fast noch die der übrigen Hinterleibsglieder zusammen. Die Breite ist von der der übrigen Abschnitte nicht verschieden. In der Mittellinie des Telsons findet sich ein deutlicher Kiel erhalten, der aber den Hinter-

rand nicht erreicht, sondern nach unten zu ve
Der untere randliche Theil des Schwanzschild
dornenartigen Fortsätzen verziert.

Von anderen als dem Rumpfe zugehörigen Kö
sind an unseren Exemplaren noch erhalten, bezie
erkennbar:

einmal Ansätze der Fühlhörner, sowie
vielleicht als Reste der Oberlippe zu deutende, i
des oberen Randes vorspringende Parthie am
grossen Exemplares;

ferner fast bei allen Stücken Theile des zu Ru
umgewandelten letzten Hinterleibs-Glied
Paares. Dieses letzte, hinterste Paar der im V
den Beinen des Mittelleibes stets breiteren un
Pedes spurii seu *fissi* oder der Spaltbeine des
ist neben beziehungsweise unter dem Telson an
desselben eingelenkt. Jederseits stehen an einem
das am Grunde des Schwanzschildes befestigt
herabhängende flossenartige Lappen, die beiden
Spaltäste des Beines — eine Einrichtung, welch
grosse Gruppe der lebenden Isopoden (Natatore
teristisch ist. Die Endlamellen des letzten Paares
füsse bilden sonach mit dem breiten Schilde
eine fünftheilige Schwanzflosse, die an das Körp
macruren Decapoden-Krebse erinnert.

Systematische Stellung. Durch die
dieser Körpertheile, der beiden flossenähnlichen
an jeder Seite des Schwanzschildes, ist zugleich
dass unsere Formen zu den Schwimm- oder
Asseln, den *Isopodes nageurs* Milne Edward
Auch über die Bestimmung der Familie und Subfa
kein Zweifel obwalten. Die schon oben aufgeführ
sächlichsten Merkmale, vor Allem, um es zu w
die länglich ovale Körperform, die derbe Panze

gleiche Breite aller Segmente (den Kopf ausgenommen), die fast gleiche Länge der Brustringe, die seitlichen Anhänge oder Epimera und endlich das grosse Schwanzschild mit den Ruderflossen — all' diese Charaktere legen zur Genüge dar, dass die Häringer Exemplare den Cymothoiden (Cymothoadiens Milne Edwards) und zwar der Subfamilie der Aeginen oder der *Cymothoadiens errans*, der freischwimmenden Cymothoaden, einzureihen sind, welch' letztere den parasitisch auf und in Fischen lebenden Cymothoinen oder *Cymothoadiens parasites* M. Edw. gegenüberstehen.

Die mit den Häringer Formen nah verwandte Kreideart *Palaega Carteri* H. Woodward[1]), welche offenbar denselben Typus wie erstere zur Schau trägt, wird von diesem Autor gleichfalls zu den Aegiden gestellt.

Schwerer hält es schon, eine direkte Vergleichung mit recenten Gattungen vorzunehmen. Der Gesammthabitus stimmt gut mit *Aega*. Aber auch andere, letzterem Genus allerdings nahe stehende Gattungen, wie *Cirolana*, zeigen im Allgemeinen denselben Bau. Ja einzelne Formen von *Cirolana* können ganz die Gestalt von Aegiden annehmen.[2]) Die Unterscheidung beider Genera beruht hauptsächlich auf dem Bau der Füsse, der Antennen und der Ausbildung der Mundwerkzeuge — sämmtlich Körpertheile, die bei dem gewöhnlichen Erhaltungszustand der Versteinerungen dem Auge des Beobachters verborgen bleiben.

So lange nicht Stücke vorliegen, bei welchen solche Theile deutlich erkannt werden können, muss ein näherer Vergleich mit den Formen der Gegenwart ausgeschlossen bleiben. An *Cirolana* erinnern manche Eigenschaften des Häringer Fossils, so vor Allem die Gestalt des Kopfes.

---

1) Geological Magazine. Vol. VII. 1870 p. 495.

2) Schioedte et Meinert: De Cirolanis Aegas simulantibus. Naturhistorisk Tidsskrift. 3. Raekke. XII. Kjoebenhavn 1879. S. 279 ff.

Derselbe ist fast vierseitig, in der Mitte am breitesten, oben gerundet, im unteren Theile winkelich gebrochen und in die vorspringenden Seitenecken des ersten Mittelleibssegmentes eingesenkt wie bei den lebenden Arten: *Cirolana spinipes* Sp. Bate, *Cirolana hirtipes* Miln. Edwards[3]), *Cir. truncata* Normann.[4]) Ferner die Form der Epimera, welche bei unserer Species ganz so beschaffen sind, wie sie Milne Edwards bei den Cirolanen beschreibt („quadrilatères et garnies de deux petites crêtes linéaires, dont l'une en occupe le bord inférieur, et l'autre descend obliquement vers l'angle inférieur et postérieur".[5]) Doch zeigt sich ein ähnlicher Bau der seitlichen Segmentanhänge auch bei manchen Aega-Arten. So bei *Aega magnifica* Dana sp.[6])

Vergleich mit anderen fossilen Arten. Ueberblicken wir nun die bis jetzt bekannten fossilen Asselnformen, so finden wir darunter sofort einige Arten, die offenbar den völlig gleichen Isopodentypus verrathen, wie die uns vorliegenden Stücke. Es sind diess *Palaega Carteri* Woodward aus der englischen Kreide und *Sphaeroma Gestaldii* Sismonda aus dem Turiner Miocän. Betrachten wir zunächst die letztere Species, welche auf eine Versteinerung aus der „Molassa miocenica del colle di Torino" begründet ist.[7])

Mit dieser Turiner Art zeigen die Häringer Reste eine so nahe Verwandtschaft, dass man selbst eine specifische

---

3) Milne Edwards. Histoire naturelle des Crustacés. III. p. 59 tab. 31. fig. 25.

4) Annals and magazine of natural history. Vol. II. fourth series 1868. p. 421.

5) Milne Edwards. Hist. nat. des Crustacés. III. p. 255.

6) Schiödte et Meinert. Symbolae ad monographiam Cymothoarum Crustaceorum Isopodum familiae. Naturhistorisk Tidsskrift. 3. R. 12. B. Kbenhavn. 1879. tab. VIII. fig. 16.

7) Descrizione dei Pesci e dei Crustacei fossili nel Piemonte del Dottore Eugenio Sismonda. Memorie della reale accademia delle scienze di Torino. Serie II. tomo X. 1849. p. 67. Abbildung tab. III. fig. 10

Identität annehmen könnte. Dafür scheint auch noch der Umstand zu sprechen, dass kein besonders grosser Unterschied im Alter der Lagerstätten besteht. Dennoch glaube ich aus weiter unten anzuführenden Gründen, dass eine specifische Uebereinstimmung nicht vorhanden ist.

Gegen die Einreihung der italienischen Species in die Gattung *Sphaeroma* hat sich schon H. WOODWARD erklärt[8]), welcher dieselbe zu den Aegiden stellt und seiner Gattung *Palaega* zuweist. Dieser Auffassung möchte auch ich mich vollständig anschliessen. Die Sphäromiden besitzen eine gedrungenere Gestalt, haben kürzere und weniger nach hinten spitz zulaufende Epimera, ausserdem ist durch Verwachsung der vordersten Abdominalsegmente die Gestalt der Schwanzflosse eine andere. Was das Abdomen betrifft, so führt SISMONDA[9]) nur zwei Segmente auf, doch glaube ich, dass er den einzelnen Theilen des Fossils überhaupt eine falsche Deutung gegeben hat. Nach der Abbildung scheint mir in der Gliederung des Körpers derselbe Bau wie bei *Palaega Carteri* und unserer Art ausgedrückt zu sein. Man erkennt über dem grossen, nach unten zu jedenfalls abgebrochenen Schwanzschilde fünf Ringe, die Segmente des Postabdomens oder Pleons, welche in ihrer Länge den oberen, dem Thorax angehörigen, um ein Weniges nachstehen. Darüber folgen noch drei erhaltene Brustringe, nämlich der siebente, sechste und fünfte; vom vierten, welchen SISMONDA für die Reste des Kopfes hielt, ist nur der untere Rand sichtbar. Die drei oberen und der Kopf fehlen vollständig. Bei dieser Auffassung der Theile ergibt sich sonach im allgemeinen Habitus eine völlige Uebereinstimmung mit unserer Art.

Die englischen Funde (Grey Chalk, Dover; Chloritic

---

8) Geological Magazine. Vol. VII. 1870. p. 496 und Quarterly Journal of the geological Society. Vol. XXXV. 1879. p. 348.

9) loc. cit. 67.

Chalk, Cambridge; Chalk Rocks, Luton, Beds), deren Beschreibung wir HENRY WOODWARD[10]) verdanken, beweisen, dass der gleiche Isopoden-Typus schon zur Kreide-Zeit vorhanden war. WOODWARD nennt die cretacische Form *Palaega Carteri* und führt als Hauptmerkmal derselben die „peculiar pitted and wrinkled ornamentation" auf.

Wegen dieses Merkmales, ferner wegen des fein gezähnelten Randes vom Schwanzschild und des medianen Kieles auf letzterem, welche Eigenschaften sich auch bei gewissen recenten *Aega*-Arten vorfinden, stellt er die Form zu den Aegiden und bildet zum Vergleiche eine lebende Art mit ab[11]), *Aega monophthalma* Johnston, welche sowohl die derbe Punktirung der Haut als auch den hier besonders gut entwickelten Kiel auf dem Telson besitzt.

Ich kann diese Ansicht nur bestätigen und möchte noch hinzufügen, dass sowohl ein Kiel als auch Zähne an der Schwanzplatte auch bei anderen lebenden Aega-Arten zu beobachten sind, ein Kiel, wenn auch in viel schwächerer Weise, bei *Aega Antillensis* Schioedte et Meinert, *Aega ventrosa* Sars, eine Zähnelung und zwar in schwacher Ausbildung bei *Aega incisa* Schioedte Meinert, *A. ventrosa* Sars, *A. spongiophila* Semper, *A. ophthalmica* M. Edwards, *A. magnifica* Dana, eine solche in deutlicher Weise bei *Aega nodosa* Sch. et Mein. und besonders auffällig bei *Aega dentata* Schioedte Meinert.[12]) Es gibt auch *Aega*-Arten mit zwei schwachen Kielen auf dem Telson, so *Aega serripes* M. Edwards. Bei manchen Formen zeigen die jugendlichen Individuen einen deutlichen Kiel, während die ausge-

---

10) H. WOODWARD. Contributions to British fossil crustacea. Geological Magazine. Vol. VII. 1870. p. 495—497 und 588. Plate XIII. fig. 5—8.

11) loc. cit. Tafel XXII. fig. 7.

12) Naturhistorisk Tidsskrift 3. R. 12. Bd. tab. X. fig. 11.

wachsenen einen solchen entbehren wie *Rocinela Danmoniensis* Leach.[13])

Die punktirt grubighöckerige Beschaffenheit des Hautsceletes ist dagegen als generisches Merkmal nicht zu betonen, da eine ähnliche Skulptur bei Arten verschiedenartiger Isopodengattungen sich findet. Beispiele geben *Sphaeroma rugicauda*, *Cymothocea emarginata* Leach, *Serolis Schythei* Lüdtken, *Idothea antarctica* Eights. Immerhin zeigen einige *Aega*-Arten dieselbe besonders deutlich so *Aega serripes* Milne Edwards, *Aega hirsuta* Schioedte und Meinert. Bei *Aega nodosa* Schioedte et Meinert werden die Punkte auf der Haut sogar zu förmlichen Knoten.

Steht zwar die Kreide-Species im Allgemeinen mit der Häringer in naher Beziehung, so unterscheidet sie sich doch specifisch von dieser auf das Bestimmteste. *Palaega Carteri* ist kleiner, der Mediankiel auf der Schwanzplatte geht in gleicher Stärke vom oberen Rande bis zum unteren, hier in eine vorgezogene Spitze endigend, die Zähne am Telson-Rande sind klein. Bei unseren Stücken ist der Körper grösser, der Mediankiel, in der oberen Parthie des Telsons sehr markirt, ist im unteren Theil desselben nicht mehr deutlich zu verfolgen, ferner sind die Zähne am unteren Rande gut ausgebildet und sämmtlich von gleicher Länge.

Die Gattung Palaega. Ungeachtet der Aehnlichkeit der englischen Species mit Arten der recenten Gattung *Aega* rechnet Woodward gleichwohl dieselbe nicht zu diesem Genus, sondern stellt für die fossilen Formen, da dieselben nicht soweit erhalten sind, um einen genaueren Vergleich mit den lebenden zu gestatten, eine neue Gattung, *Palaega*, auf. Ich möchte mich in dieser Beziehung dem genannten Autor vollständig anschliessen und glaube durch die besser

13) Schioedte et Meinert. Symbolae ad monographiam Cymothoar. Crustac. Isopod. familiae. Naturhistorisk Tidsskrift 3. R. 12. B. 1879. 383. tab. XI.

erhaltenen Exemplare aus den Häringer Schichten, die zweifelsohne zu dem gleichen Geschlechte gehören, im Stande zu sein, über den Gattungscharakter von *Palaega* ergänzende Bemerkungen geben zu können. Nach meinem Dafürhalten umfasst *Palaega* solche fossile Isopoden vom allgemeinen Typus der Aegiden, welche sich durch besonders derbe Hautentwicklung mit runzeligpunktirter Oberfläche, durch starken Kiel auf dem Telson, durch den gezähnelten Rand des Schwanzschildes, die langen schmalen, nicht mit Zähnen besetzten Seitenflossen und vor Allem durch die beträchtliche Körpergrösse auszeichnen. Die Grösse scheint ein nicht unwichtiges Merkmal zu sein, da bekanntlich die Mehrzahl der lebenden Asseln einen weit geringeren Körperumfang besitzt. Die grössten Formen (aus der Familie der Cymothoiden) sind durchschnittlich 5 cm lang. Nur zwei Arten, *Epichtys giganteus* Herklots und *Idothea antarctica* Eights, erreichen eine Länge von über 8 cm.[14])

Fassen wir das Angeführte noch einmal zusammen, so erhalten wir folgende Charakteristik der Gattung

Palaega Woodward 1870 emend. v. Ammon 1882

Körper gross bis 13 cm lang, langgestreckt, an allen Abschnitten (den Kopftheil ausgenommen) von nahezu gleicher Breite. Der kalkige Panzer des Hautsceletes lässt eine grubig-höckerige Beschaffenheit der Oberfläche erkennen. Rumpf aus Kopf, sieben Mittelleibsringen und sechs Sch-

---

14 In neuester Zeit sind allerdings, wie ich aus dem unterdessen erschienenen 2. Heft der Isopoden von BRONN's Classen und Ordnungen des Thierreiches V Bd. II. Abth. Arthropoda Bearbeitet von GERSTAECKER S. 166 entnehme, einige weit grössere Arten aufgefunden worden. So misst die Species *Bathynomus giganteus* Willemoes-Suhm aus dem antarktischen Ocean mit den Hautanhängen 160 mm und der *Bathynomus giganteus* M. Edwards aus der Bai von Yucatan, welcher sich Cirolana, wie Aegiden anschliesst, erreicht gar eine Länge von 290 mm bei 100 mm Breite.

menten des Hinterleibes (Postabdomen) bestehend. Kopf mit seinem unteren Theil in das vorderste Segment vom Mittelleib eingesenkt. Augen gross. Antennen am Stirnrand inserirt. Segmente des Mittelleibes nahezu gleich lang. Die seitlichen Anhänge der Ringe, die Epimera, nach unten spitz zulaufende Lappen bildend; auf denselben ein diagonaler Kiel. Die fünf ersten freien Ringe des Postabdomens von gleicher Länge, etwas kürzer wie die Mittelleibssegmente; letztes, sechstes Segment (das Schwanzschild, Telson) gross, lang, mit scharfem Kiel, am unteren Rand mit Zähnen besetzt. Letztes Beinpaar des Postabdomens in Ruderorgane umgewandelt, bestehend jederseits aus einem Basalgliede und zwei länglichen, wahrscheinlich nicht ausgezackten, lamellösen Spaltästen.

Mit *Palaega* darf nicht verwechselt werden *Palaegina* Häckel[15]), ein fossiles Medusengeschlecht.

Species-Benennung. Die Species-Benennung anlangend kommt von den bis jetzt beschriebenen fossilen Formen nur eine Art, *Palaega Gastaldii* Sismonda sp., in Betracht, die als identisch mit der unserigen angesehen werden könnte. Bei näherem Vergleich lässt sich jedoch kein völliger Beweis der specifischen Uebereinstimmung erbringen. Da der obere Theil des Telsons, wie die Abbildung[16]) von Sismonda zeigt, erhalten ist, so müsste derselbe, wenn die gleiche Art vorläge, den charakteristischen Kiel aufweisen. Ausserdem bezeichnet Sismonda die Epimera als bifida (loc. citat. p. 68) und diphylla (l. c. p. 67), während die Häringer Exemplare dieselben einspitzig ausgebildet haben. Es kann daher der Name *Gastaldii* keine Anwendung auf unsere Stücke finden, welche wir wegen der grubigen

15) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. XV. 1865.

16) Memorie della reale academia delle scienze di Torino. Ser. II. tom. X. tab. III. fig. 10.

Beschaffenheit der Hautoberfläche *Palaega scrobiculata* zu benennen vorschlagen.

Specifische oder sexuelle Verschiedenheit der einzelnen Stücke? Nun frägt es sich noch, ob sämmtliche von Häring stammenden Stücke einer einzigen Art angehören oder mehreren Species zugetheilt werden müssen? Von den acht mir zur Verfügung stehenden Exemplaren ist eines nahezu vollständig erhalten (Tafel I und III). Es zeichnet sich vor den übrigen namentlich dadurch aus, dass die grubig-warzige Ausbildung der Körperhaut in deutlichster Weise sichtbar ist. Von den anderen Stücken stellen einige, die kleineren (wie Nr. I auf Tafel II und IV), offenbar die Jugendstadien derselben Art dar. Die übrigen Reste, welche, wie auch die jugendlichen Individuen, nur die letzten Ringe des Mittelleibes und des Postabdomens erhalten zeigen (Nr. II und IV der Tafel II und IV), stimmen in den Grössenverhältnissen ungefähr mit dem ganzen Exemplare überein, nur macht sich eine Verschiedenheit insoferne bemerkbar, als der Hautpanzer zwar auch die punktirt-chagrinartige Beschaffenheit erkennen lässt, dieselbe aber weit schwächer ausgebildet ist. Eine zweite Art anzunehmen, wäre bei der Uebereinstimmung der übrigen Charaktere zu gewagt, ich suchte daher nach einer anderen Erklärung der Verschiedenheit und glaube dieselbe in der Annahme gefunden zu haben, dass die Stücke den beiden Geschlechtsformen ein und derselben Art entsprechen. Die mit der weniger scharf markirten Ornamentirung versehenen Exemplare sind verhältnissmässig ein wenig breiter als das Hauptstück, ferner sehen wir bei ihnen den ersten (obersten) Ring des Postabdomens oder Hinterleibes vom letzten Brustring in stärkerem Maasse bedeckt als es bei den kräftiger ornamentirten Stücken der Fall ist. Beide Merkmale lassen vermuthen, dass die so beschaffenen Exemplare weibliche Individuen darstellen. Wir lesen nämlich in der Abhandlung

von SCHIOEDTE und MEINERT über die Aegiden, dass bei *Aega* der Geschlechtsunterschied folgendermassen sich geltend macht: Mas a femina differt: forma nonnihil angustiore; annulo primo caudali minus obtecto.[17])

Beschreibung der Art **Palaega scrobiculata** v. Ammon.

Allgemeine Form: Körper flach, mit mässig und gleichartig gewölbter Rückenseite. Die Form des Rumpfes stellt ein längliches Oval vor, welches im Querdurchmesser an allen Stellen, ausgenommen die vorderste Parthie, die gleiche Breite besitzt. Das vordere, obere Ende ist leicht zugespitzt, das untere abgerundet. Verhältniss der Breite zur Länge 4 : 9.

Der Rumpf besteht aus dem Kopftheil *(cephalon)* und einer Anzahl von freien Leibesringen, wovon 7 den Mittelleib (das *Pereion*) und 6 den Hinterleib (das *Postabdomen* oder *Pleon*) bilden. Das letzte Segment des Hinterleibes (die Schwanzschuppe oder das *Telson*) ist durch ansehnliche Länge ausgezeichnet.

Analog dieser Gliederung sind nach dem üblichen Modus an den Figuren der Tafeln III und IV die Segmente des Mittelleibes mit den römischen Ziffern I—VII, die Segmente des Postabdomens dagegen mit den arabischen Ziffern 1—6 bezeichnet.

Will man bei der Nummerirung der einzelnen Körpersegmente in derselben Weise verfahren, wie es jetzt behufs der gleichartigen Bezeichnung der homologen Theile allgemein für die Malacostraken oder höheren Krebsthiere bei welchen der Körper constant in 18 Segmente gegliedert erscheint, durchgeführt wird, dann ergeben sich für die einzelnen Abschnitte folgende Zahlen. Auf den Kopftheil,

---

17) SCHIOEDTE et MEINERT Symbol. ad monogr. Cymothoarum. Naturhistor. Tidsskrift. 3. R. 12. B. 1879. p. 33.

der sich aus 4 Segmenten zusammengesetzt erweist, fallen die Ziffern I—IV, die Segmente des Mittelleibes erhalten die Zahlen V bis XI, die fünf ersten freien Ringe des Postabdomens behalten die Zahlen 1 bis 5, während das Telson aus der Verwachsung zweier Segmente, nämlich des 6. und 7. entstanden gedacht wird.

Struktur des Hautpanzers. Das Rumpfscelet ist aus einem derben Hautpanzer gebildet, der durch Aufnahme von Kalksalzen in die Chitinhaut eine solche Festigkeit erlangt hat, dass er in ausgezeichneter Weise sich hat erhalten können. Die Reste heben sich durch ihren fast an das Schmelzschuppenkleid von Fischen erinnernden Glanz und ihre gelbliche Färbung gut von dem sie einschliessenden grauen Mergelgestein ab. An manchen Stücken zeigen sich an den ursprünglich an organischer Materie reicheren Theilen des Scelettes, wie an den Epimera, im unteren Theile der Schwanzschuppe oder auch in schmalen Streifen zwischen den Ringen, dunklere bis schwärzliche Partheien, durch Verkohlung der organischen Substanz entstanden.

Die Oberfläche des Panzers ist nicht glatt, sondern zeigt eine eigenthümliche runzelig-grubig-punktirte Beschaffenheit, welche sich vorzugsweise auf den unteren Partheien jedes Segmentes, ausserdem am ganzen Kopf und auf der Schwanzplatte bemerklich macht. Susmonda erwähnt eine ähnliche Ornamentirung von seinem Sphaeroma desiderii. Woodward beobachtete dieselbe Struktur an der erwähnten Art: „a characteristic peculiar punctate, pitted and wrinkled ornamentation“.[1]

Die Punkte sind dicht stehend, unregelmässig gehäuft oder in undeutlichen Längsreihen vertheilt, zwischen welchen runzelartige Erhebungen auftreten. Die Punkte oder Grübchen sind am reichsten auf den seitlichen Erhöhungen, den Epimera.

[1] Op. cit. p. 406.

Diese Ornamentirung ist nicht an allen Stücken in gleicher Ausbildung vorhanden. Am deutlichsten finden wir sie an dem grossen Exemplare ausgeprägt. Auf den Epimera ist hier eine grobpunktirte Struktur entwickelt, am Kopf weist letztere ein mehr schuppiges Gefüge auf, die Segmente lassen in ihrer unteren Hälfte in ausgesprochener Weise eine grubig-runzelige Beschaffenheit wahrnehmen, während an den oberen Segmenten des Postabdomens und auf der Schwanzplatte dieselbe durch das Hervortreten von kleinen Höckerchen auf den faltigen Theilen in eine warzig-runzelige Struktur übergeht. Etwas breitere Höcker treten an einigen Stellen am Telson und an den Rändern der Hinterleibsringe auf.

Die anderen Exemplare zeigen diese Struktur weit weniger stark, doch erkennt man mit der Lupe bei allen denselben Charakter der Hautbedeckung.

Die kleineren jugendlichen Exemplare lassen die Struktur wieder ein wenig schärfer hervortreten, als jene grösseren Stücke, welche bei oberflächlicher Betrachtung eine fast glatte oder wenigstens sehr fein punktirte Haut zu besitzen scheinen. Nach schon oben ausgesprochenen Gründen möchten wir diese letzteren als die Reste weiblicher Individuen deuten.

Kopf, *Cephalon*. Der Kopf wird gebildet von einer der Quere nach ausgezogenen, oben abgerundeten, am unteren Rande in der Mitte geradlinig verlaufenden, seitwärts schief abgestutzten Platte, deren Breite (20 mm) die Länge (12 mm) fast um das Doppelte übertrifft. Dadurch dass der untere Rand beiderseits einen Winkel bildet, erscheint der Kopf mit seinem unteren Theile in das erste Mittelleibssegment eingesenkt, dessen obere Seitenecken nach vorne ausgezogen sind. Eine ähnliche Gestalt besitzt der Kopf, wie bereits oben erwähnt, bei manchen recenten *Cirolana*-Arten. Die Breite des Kopfes ist geringer als die der Rumpfringe. Auf der Oberseite an den seitlichen Rändern befinden sich die grossen Augen (fast 8 mm lang, 5 mm breit). Der untere

d derselben ist scharf markirt, während die Begränzung nach oben nur in einer schwach sichtbaren Linie angedeutet ist. Auffallend ist, dass die schuppig-runzelige Haut auch über die Fläche beider Augen sich erstreckt. Man muss daher a nehmen, dass dieselben mit einer ziemlich derben Corn ekleidet waren, welche sich durch den Druck, ie Versteinerung zu erleiden hatte, in Falten gelegt vorderen Stirnrande sind die Fühlhörner be- welchen, allerdings nur in undeutlicher Weise, die beider Paare, der oberen kürzeren und der unteren en, beobachtet werden können.

ist durch eine tiefe Furche vom ersten geschieden.

Mittelleib, *Percion*. Der Mittelleib ist aus sieben soliden Segmenten zusammengesetzt. Das erste Segment weicht von den übrigen gleichartig gestalteten in der Form etwas ab. Es ist länger als jedes der letzteren, im oberen Theil ausgeschnitten und beiderseits an den Ecken nach vorn ausgezogen. Die Ornamentirung erscheint auf der ganzen Fläche gleichmässig runzelig-grubig. Eine Querlinie ist nicht nachweisbar.

Die übrigen sechs Segmente besitzen die gleiche Länge und sind nahezu gleich breit. Durch eine im oberen Theil jedes Gliedes auftretende Querlinie, *l* auf Taf. III und IV, die mehr oder weniger deutlich sichtbar, unter Umständen auch von dem vorgelagerten Segment bedeckt sein kann, wird jeder Ring in zwei Felder abgetheilt, wovon das vordere nahezu glatt erscheint oder wenigstens die Skulptur nur schwach entwickelt zeigt, während das untere die charakteristische runzelig-grubige Beschaffenheit aufweist.

Eine solche Querlinie findet sich durchgängig auf den Mittelleibsringen der lebenden Arten von *Aega* und verwandten Gattungen vor.[13]

[13] Siehe Charakteristik der Aegiden von SCHIÖDTE und MEINERT: Ent. Natur. Tidsskrift 1879, p. 64

Was die speciellere Gliederung des Mittelleibes betrifft, so bilden nach der Nomenklatur von Spence Bate Segment I und II das vordere Pereion, die Segmente III bis VII dagegen das hintere Pereion.

Epimera. An den Abschnitten des Mittelleibes stehen zu beiden Seiten lappige Anhänge, die sog. *Epimera*. Das erste Segment zeigt dafür nur einen etwas verbreiteteren Rand, am zweiten treten die lappigen Fortsätze schon deutlicher auf und an den übrigen Ringen bestehen diese Epimera aus ziemlich breiten, fast dreieckigen, mit der verlängerten Spitze nach hinten gerichteten Seitenplatten. Der äussere Rand derselben ist lang, gerade, oben etwas bogig verlaufend, der untere abgestutzt. Auf den Platten bemerkt man einen schräg von oben nach der Spitze zu verlaufenden ziemlich starken Kiel. Ein zweiter schwächerer Kiel bildet den seitlichen Rand. Die Oberfläche der Epimera ist bedeckt mit Grübchen. Auch die Segmente des Postabdomens (ausgenommen das Telson) spitzen sich seitwärts zu lappigen Fortsätzen zu, welche aber nicht die Dimensionen der Epimera der Brustringe erreichen. Bei guter Erhaltung sieht man auf denselben gleichwie auf den letzteren einen schräg stehenden Kiel.

Hinterleib, *Postabdomen*. Das Postabdomen oder Pleon besteht aus den sechs Schwanzsegmenten. Segment 1 bis 3 bilden den vorderen, Segment 4 bis 6 den hinteren Theil des Pleons. Das Endglied (Segment 6) breitet sich zu einer grossen Schuppe, Telson, aus.

Die ersten fünf Ringe des Hinterleibes bieten nichts Auffälliges dar. Ihre Länge steht jener der Mittelleibsglieder etwas nach. Ebenso verhält es sich mit der Breite. Eine Querlinie ist nicht vorhanden. Beschaffenheit der Haut die gleiche wie bei übrigen Rumpfgliedern. An einigen Stellen nächst der Furchen, welche die einzelnen Ringe trennen, machen sich seitwärts einzelne niedrige breitere Höckerchen

bemerklich. Bei manchen Stücken ist der erste Hinterleibsring vom letzten Mittelleibssegment stärker bedeckt (Kennzeichen der weiblichen Individuen).

Das Schwanzschild *(Telson)* stellt eine unten abgerundete und mit spitzen Ausläufern verzierte Platte dar, welche die gleiche Breite wie die übrigen Segmente besitzt. Die Länge ist eine beträchtliche, sie kommt derjenigen gleich, welche die 5 vorderen Abschnitte des Pleons zusammen aufweisen. Die festeren, kalkigen Einlagerungen der Haut waren hauptsächlich im oberen Theile der Platte angehäuft, der untere besass eine häutige, chitinöse Beschaffenheit, daher auch an den Exemplaren die gelbglänzende Hautschicht auf die obere Hälfte des Telsons beschränkt ist und von der unteren Parthie sowie auch den seitlichen Rändern desselben nur die Abdrücke im Gestein oder höchstens die Reste eines dünnen Häutchens sich erhalten haben. Die grubigpunktirte Beschaffenheit der Hautoberfläche ist über die ganze Fläche des Telsons ausgebreitet. Doch treten, was besonders am grossen Exemplare deutlich zu sehen ist, die Grübchen etwas mehr zurück, während die Wärzchen an Stärke zunehmen. Ausserdem gewahrt man an mehreren Stücken im oberen Theil an zwei dem Rande nahe gelegenen Stellen je ein etwas grösseres, stumpfes Höckerchen. Als wichtigstes Merkmal in der Skulptur des Schildes ist jedoch der in der Mittellinie auftretende Kiel zu betrachten. Derselbe beginnt ein klein wenig unter dem oberen Rande und ist bis über die Mitte der Platte als scharfe Firste entwickelt. Im unteren Theile des Schildes ist er dagegen nicht mehr deutlich nachweisbar. Merkwürdiger Weise zeigt das grosse Exemplar den Kiel verhältnissmässig am schwächsten ausgebildet. Der untere Rand des Telsons ist mit spitzen Zähnen besetzt, die sämmtlich die gleiche Länge (bis zu 4 mm) haben. Man zählt ausser einem unpaaren in der Mitte deren 3 bis 4 auf jeder Seite.

An manchen Stücken hat es den Anschein, als ob mehrere Zahnreihen übereinander auf schuppigen Vorsprüngen in der unteren Parthie des Telsons vorhanden gewesen wären. An den seitlichen Rändern des Telsons finden sich Andeutungen von Radialstreifen, wie sie Woodward bei *Palaega Carteri* abbildet.

Letztes Spaltbeinpaar. Seitliche Ruderflossen. An sämmtlichen Stücken sind Theile des letzten Paares der Gliedmassen vom Hinterleib erhalten. Dieses letzte Paar der *Pedes spurii*, das sechste Spaltbeinpaar, welches zu einem Ruderorgane umgewandelt ist, besteht jederseits aus zwei langgestreckten, aufrecht stehenden, lamellösen Aesten, welche an einem kurzen Basalgliede befestigt sind. Es sind die Ruderfüsse dem Telson an dessen Basis seitlich eingefügt und werden von der Platte desselben bedeckt. Da das Schwanzschild in seinem unteren Theile einer derberen Haut entbehrt, so sieht man unter dem zarten Abdruck des chitinösen Schildes die Umrisse der Flossenfüsse in deutlicher Begränzung. Letztere wären dem Auge des Beobachters entzogen, wenn das Telson eine festere Beschaffenheit besessen hätte.

Die Länge der Spaltfüsse erreicht nicht die der Telsonplatte. Der innere Ast ist kürzer als der äussere.

Lokalität. Unteroligocäne Schichten von Häring bei Kufstein in Tirol. Sämmtliche Reste stammen nach freundlicher Mittheilung des Herrn Oberbergverwalter Mitterer in Häring aus einer einzigen Bank.

Maasse.

Grosses Exemplar. Tafel I und III.

Länge des Körpers nahezu 130 mm; Breite etwas über 40 mm.

Kopf: Länge 12 mm. Grösste Breite 20 mm. Horizontaler Theil des unteren Randes 15 mm. Länge der Augen nahezu 8 mm. Breite derselben fast 5 mm.

Mittelleib: Länge von Segment I in der Mitte 1
lich 15 mm. Breite von Segment I 30 mm.
übrigen Segmente (d. h. des sichtbaren, u
Theiles derselben) 7 mm. Breite der mittlere
mit anhängenden Epimera etwas über 40 m

Epimera: Länge in der Diagonale 12 mm. Breit
5 mm.

Postabdomen: Länge des sichtbaren Theiles der R
Breite derselben mit den Epimera 35 mm.
Länge des Telsons 25 mm. Breite er
33 mm. Länge der Zähne 3 mm.

Exemplar I. Tafel II und IV. Erhalten
letzten Ringe vom Mittelleib und das Postabdom

Mittelleib: Ganze Länge vom Segment VI 7 m
des sichtbaren Theiles von Segment VII 4
ohne Epimera etwas über 20 mm.

Obere Ringe des Hinterleibes: Ganze Länge 4
des unbedeckten Theiles 3 mm. Breite mit de
Anhängen 21 mm.

Schwanzschild: Länge 18 mm. Breite ungefähr

Seitliche Ruderflossen (p. 6): Länge circa 15 m
des inneren Astes 1 mm, des äusseren $1^1/_2$

Exemplar II. Tafel II und IV. Erhalten
mente des Mittelleibes und Hinterleib mit den Fl
der rechten Seite.

Mittelleib: Breite 35 mm. Ganze Länge von
7 mm.

Hinterleibsringe: Breite mit seitlichen Anhäng
Länge durchschnittlich 3 mm.

Schwanzschild, Telson: Breite 34 mm. Länge ci

Seitliche Ruderflosse: Länge des äusseren Astes
inneren 11 mm. Breite der Aeste etwas übe

Exemplar III. Tafel II und IV. Erhalten die drei letzten Ringe vom Mittelleib und das Postabdomen. Körper durch Pressung des Gesteines seitlich zusammengedrückt.

Mittelleib: Ganze Länge der Segmente 7 mm, Länge des nicht bedeckten Theiles derselben 4 mm.

Hinterleibsringe: Ganze Länge 4 mm. Länge des sichtbaren Theiles 4 mm. Länge des unbedeckten Theiles von Segment 1 $1^1/_2$ mm.

Telson: Länge ohne Zähne 21 mm.

Exemplar IV. Tafel II und IV. Erhalten zwei Ringe vom Mittelleib, Theile der Ringe des Postabdomens und das Schwanzschild mit den Ruderflossen auf der rechten Seite.

Mittelleibsringe: Breite 39 mm. Ganze Länge 8 mm. Länge des sichtbaren Theiles 5 mm.

Schwanzschild: Länge (ohne Zähne) 25 mm. Breite 35 mm. Länge der Zähne 4 mm.

Seitliche Ruderflossen, p. 6: Länge des inneren Astes 16 mm, des äusseren 19 mm. Breite der Aeste 2 mm.

Aufzählung aller fossilen Isopodenformen.

Zusammenstellung nach den geologischen Systemen.

In Folgendem will ich versuchen, den gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse über die fossilen Asseln durch Aufführung der sämmtlichen bis jetzt bekannt gewordenen Arten in übersichtlicher Weise darzulegen.

Es wurden hiebei auch jene Formen berücksichtigt, deren systematische Stellung zwar zweifelhaft erscheint, welche jedoch von den betreffenden Autoren als Angehörige der in Rede stehenden Crustaceenordnung angesehen worden sind.

Aus dem **Devon** hat H. WOODWARD[20]) einen Isopoden beschrieben:

Praearcturus gigas H. Woodward. Old red sandstone. Rowlestone, Herefordshire. Die Originalabhandlung über diese interessante Versteinerung steht mir leider nicht zur Verfügung. NICHOLSON[21]) führt die Art in seinem Handbuch der Paläontologie als den ältest bekannten Isopoden auf. Derselbe zeichnet sich durch beträchtlichen Körperumfang aus und wird mit dem lebenden *Arcturus Baffini* Sabine sp. verglichen.

Aus Schichten der **Steinkohlenformation** und zwar aus Süsswasserbildungen der unteren Abtheilung derselben von Burdie House bei Edinburgh führt SCOULER[22]) bereits 1831 eine Versteinerung unter der generischen Bezeichnung *Eidothea* auf, welcher Name bekanntlich für eine recente Isopodengattung aufgestellt ist. Spätere Untersuchungen von HIBBERT und anderen englischen Paläontologen haben jedoch ergeben, dass das Fossil als eine Art des in paläozoischen Schichten verbreiteten Merostomengenus *Eurypterus* zu betrachten ist. Es erhielt den Namen *Eurypterus Scouleri* Hibbert. Ausführliche Beschreibung und Abbildung siehe WOODWARD[23]) The fossil Merostomata.

---

20) Transactions Woolhope Naturalists Field Club 1870 p. 206. Fossil scetches Nr. 9 fig. 1, 2, 10. Gelegentlich wird das Fossil von WOODWARD noch erwähnt: Geological Magazine 1871 p. 521. Ferner Quarterly Journal of the geolog. society, Vol. XXXV Part. I p. 348. Palaeontographical Society. Band XXVI. 1872 p. 166.

21) HENRY ALLEYNE NICHOLSON. A manual of Palaeontology. 1872. p. 176.

22) SCOULER. Description of a fossil Crustaceous animal. Edinburgh Journal of Natural and Geographical Science, new series Nr. VI. June 1831. pl. X. p. 352.

23) H. WOODWARD. A monograph of the British fossil Crustacea belonging to the order Merostomata. Part. IV. Palaeontographical Society. Vol. XXVI. 1872 p. 133.

Von den im Steinkohlengebirge der Saarbrückener Gegend vorkommenden Thier-Resten rechnet GOLDENBERG[24]) folgende zwei Fossilien zu den Isopoden:

Oniscina ornata Goldenberg. Abbildung l. c. Heft I Taf. I fig. 13.

Oniscina? (Chonionotus) lithanthracis Jordan sp. Abbildung Palaeontographica IV. 1854 tab. II fig. 3 und Goldenberg loc. cit. Heft I tab. I 19.

Beide Arten sind nur in je einem Exemplare bekannt. Dasjenige Stück, worauf die erstgenannte Species gegründet ist, wurde in einem Thoneisenstein bei Altenwald gefunden, das andere stammt aus einem Sphaerosiderit des Eisenbahnschachtes bei Jägersfreude. Die Deutung der Stücke als Isopodenreste ist sehr unwahrscheinlich.

Von *Oniscina ornata*, auf der Tafel als *Arthropleura ornata* bezeichnet, sind nur Bruchstücke einiger Körperringe erhalten; dieselben gleichen im Allgemeinen sehr den Segmenten einiger Merostomen-Arten (z. B. *Eurypterus Scouleri*). Eine ähnliche Ornamentirung findet sich auch bei *Stylonurus Scoticus*. Ich möchte daher das Exemplar am ehesten als den Körpertheil eines Krusters aus der paläozoischen Ordnung der Merostomata auffassen.

Was den *Chonionotus lithanthracis* Jordan[25]) betrifft, so war GOLDENBERG über dessen systematische Stellung selbst im Zweifel. Im ersten Hefte seiner Fauna Saraepontana (S. 21) macht er auf die Aehnlichkeit mit der recenten Isopodengattung *Arcturus* aufmerksam, während er an einer

---

24) FRIEDR. GOLDENBERG: Fauna Saraepontana fossilis. Die fossilen Thiere aus der Steinkohlenformation von Saarbrücken. 1. Heft. 1873. S. 20, 21 tab. I fig. 13 und 19. 2. Heft. 1877. S. 51.

25) JORDAN und v. MEYER: Ueber die Crustaceen der Steinkohlenformation von Saarbrücken. Dunker's Palaeontographica IV. 1854. p. 12 tab. 2 fig. 3.

anderen Stelle (Heft II S. 51) das Stück gar
Eigehäuse vergleicht. Nach seiner Muthmass
dasselbe zu einem in dem gleichen Lager e
Thierrest, welchen er irrthümlich unter dem n
namen *Polyzosterites* den Schaben zurechnet. D
rest, der *Adelophthalmus granosus* Jordan[26]),
offenbar eine echte Merostomen-Species.

Nach meiner Ansicht besitzt das fragliche
nionotus lithanthracis) eine solche frappante
mit einer aus dem englischen Carbon beschrieb
der *Euphorberia ferox* Salter sp., dass ich es
dingt vereinigen möchte. Letzteres Fossil ist
SALTER[27]) unter dem Name *Eurypterus? (A*
ferox beschrieben worden. WOODWARD verbreitet
später in seiner schönen Monographie der Mero
führlicher über die Versteinerung und wies nach,
weder zu Eurypterus noch zu *Arthropleura* gehör
Er stellt sie schliesslich zu dem carbonischen
Genus *Euphorberia* Meek and Worthen.[29])

Nach diesen Darlegungen ist ersichtlich
Gattungsname *Oniscina* Goldenberg keine Existe
ung besitzt.

Aus den Steinkohlenschichten (untere Abt
echten Steinkohlenformation) von Mazon creek

---

26) Palaeontographica IV. 1854. p. 8 tab. 2 fig. 1 u
Abbildungen: Goldenberg loc. cit. Heft 1 Taf. I fig. 17. B
und Ordnungen des Thierreiches V. Bd. 1. Abth. tab. 35

27) Quarterly Journal of the Geological Society 18
p. 86. Holzschnitt fig. 8.

28) Palaeontographical Society Vol. XXVI. 1872. p
bildung im Text. Copie nach BRODIE Fossil Insects in
Rocks of England 1845 pl. 1 fig. 11. Dasselbe Bild hat
die Lethaea palaeozoica tab. 47 fig. 4 aufgenommen.

29) Americ. Journal of Science Vol. 45 1868 und Geo
of Illinois. Vol. III Palaeontology 1868.

county, Illinois beschrieben MEEK und WORTHEN[30]) eine neue Crustaceengattung, *Acanthotelson* (1860), welche sie, allerdings mit Vorbehalt, den Isopoden einreihen.

Die Gattung ist durch zwei Arten vertreten:

Acanthotelson Stimpsoni Meek and Worthen. Abbildung Palaeont. of Illinois. Vol. II tab. 32 fig. 6, ibid. Vol. III p. 549 Holzschnitt. Ausserdem Geological Magazine Dec. II, Vol. VIII. 1881 Taf. XIV fig. 4.

Acanthotelson Eveni Meek and Worthen. Abbildung Geol. Surv. of Illinois Vol. III p. 551.

Zur Gattungsdiagnose bemerken die genannten Autoren: Obere Antennen nahezu so lang als die unteren, mit accessorischen Anhängen versehen. Thorax- (7) und Abdominalsegmente (6) nicht verschieden in der Länge. Kopf so lang als die zwei ersten Segmente. Vorderstes Beinpaar stärker als die übrigen, mit Dornen bewaffnet. Sämmtliche Fusspaare des Thorax nach vorn gerichtet. Endglied (Telson) einfach, lang, dornartig. Seitwärts am Telson spitze Anhänge, auf jeder Seite ein Paar.

Zu *Acanthotelson* gehören demnach langgestreckte, in der allgemeinen Gestalt an gewisse Decapoden wie auch an *Arcturus* unter den Isopoden erinnernde Formen mit gleichartig segmentirtem Körper, mit langen Antennen, wovon die inneren eine doppelte Geissel tragen, und mit zugespitztem Telson, woran seitwärts ein Paar spitzer Anhänge befestigt sind.

Bezüglich der Zutheilung der Gattung in eine der bestehenden Ordnungen äussern sich die beiden amerikanischen Paläontologen dahin, dass dieselbe zwar auf der einen Seite wegen der Beschaffenheit der Antennen und der nach vor-

---

30) Proceedings of the Academy of Natur. Sciences Philadelphia 1860. p. 457. Geological Survey of Illinois Vol. II Palaeontology p. 399. Geol. Surv. of Illin. Vol. III p. 549.

wärts gerichteten Thoraxbeine einige Verwan
decapoden Krebsen bekunde, auf der anderen S
die Form der Körpersegmente sowie die 7 unte
Thoraxringe dafür sprächen, dass *Acanthotelson*
decapoden Dana's und unter diesen den Isopo
auch nur ein Paar von griffelförmigen Abdomi
und nicht deren drei wie die Amphipoden besä
verleiben sei. DANA rechnet Acanthotelson zu
sopoden, welchem Beispiele auch die beiden
Autoren folgen. Diese Tribus, welche nach D
beiden anderen Tribus der Tetradecapoden, die
und Isopoden, vermittelnde Gruppe vorstellen
jedoch nicht aufrecht gehalten werden, da DAN
ganz willkürlicher Weise aus Amphipoden (
verschiedenen Isopoden-Formen, die ihrerseits
eine nähere Verwandtschaft unter einander be
sammengestellt hat. Die Unnatürlichkeit der
Anordnung ist neuerdings von GERSTAECKER[31])
unterzogen worden.

Was meine Ansicht über die systematis
von *Acanthotelson* betrifft, so möchte ich vo
eines Urtheiles noch enthalten, da erst bess
Stücke darüber entscheiden werden. Zu den Isop
ich aber das Genus nicht rechnen zu können, w
Abbildungen die inneren Fühlhörner mit ein
Geissel behaftet sind, bei den Isopoden jedoch
theil der Antennen bekanntlich stets in der
handen ist. *Acanthotelson* scheint übrigens ei
aus dem gleichen Schichtencomplex von MEEK und
beschriebenen Genus, *Palaeocaris*, nicht besond

---

31) BRONN's Classen und Ordnungen des Thierrei
II. Abth. S. 190.

32) Geological Survey of Illinois. Vol. II p. 403. V

stehen. Letztere Gattung, von welcher in jüngster Zeit eine neue Art aus England von WOODWARD[33]) mitgetheilt wurde, wird von den erwähnten Autoren zu den höheren Krebsen (Decapoden) gestellt und mit dem für das Rothliegende charakteristischen *Gampsonyx fimbriatus* Jordan verglichen. Diese Art wird gegenwärtig von den Zoologen als merkwürdige Zwischenform der Ringelkrebse (Arthrostraka) und der stieläugigen Schalenkrebse (Podophthalmata) erklärt.[34]) In ähnlicher Weise dürfte vielleicht auch die systematische Stellung der Acanthotelsoniden aufzufassen sein.

Aus dem **Kupferschiefer** von Mansfeld (angeblich in einer Höhlung im Gebirge gefunden) machte GERMAR eine *Idothea antiquissima* namhaft. Nach QUENSTEDT[35]) ist jedoch nach dem Erhaltungszustande des Exemplares die Annahme eines fossilen Körpers ausgeschlossen.

Aus dem **Zechstein** Thüringens (Pössneck, Glücksbrunn) und Englands (Durham) führen einige Autoren die von v. SCHLOTHEIM als *Trilobites problematicus* benannte Versteinerung als den Rest eines Isopoden auf. Der gebräuchlichste Name des Fossils ist

Prosoponiscus problematicus v. Schlotheim sp.
Abbildungen bei

v. SCHLOTHEIM[36]) 1820 und 1823. Merkwürdige Versteinerungen Heft II fig. 8.

v. SCHAUROTH[37]) Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft VI. 1854 tab. 22 fig. 2.

---

33) H. WOODWARD Contributions to the Study of fossil Crustacea. Geolog. Magazine, Decade II. Vol. VIII 1881. p. 533. tab. XIV fig. 3 (*Palaeocaris Burnetti*, Mittlere Steinkohlenschichten, Irwell Valley).

34) CLAUS Grundzüge der Zoologie IV. Aufl. 1. Bd. S. 605.

35) QUENSTEDT Handbuch der Petrefaktenkunde 2. Aufl. 1867. S. 330.

36) v. SCHLOTHEIM Petrefaktenkunde. Gotha 1820 S. 41.

37) v. SCHAUROTH Ein Beitrag zur Paläontologie des deutschen Zechsteingebirges. Zeitschrift der deutschen geolog. Gesellschaft VI. Bd. 1854. S. 539 ff. (560 ff.)

KIRKBY[38]) 1857 Quart. Journ. of the geo
pl. 7 fig. 1—7.

SPENCE BATE[39]) Quarterl. Journ. geol. Soc
tab. VI fig. 1—7.

H. B. GEINITZ[40]) Dyas I. pag. 29 (Holzs
taf. X f. 7 und 8.

SPENCE BATE[41]) Catalogue of Amphipodou
London 1862. Taf. 21 fig. 3.

H. B. GEINITZ[42]) Jahrbuch für Miner. u
1863 taf. 3.

VON SCHAUROTH nannte die Art *Palaeocra*
matica Schloth. und bringt sie sonach mit den
in Verbindung. BRONN behält in seiner Lethaea
diesen Namen bei. Später hat KIRKBY den Gat
Prosoponiscus aufgestellt, welcher von den meist
insbesondere von GEINITZ und SPENCE BATE wie
WOODWARD, angenommen wurde.

Das Fossil ist klein (10 mm), unvollkomm
Körper kuglig einrollbar, seitlich zusammengedri
Mittellinie mit einem manchmal undeutlichen
versehen. Kopf gross, mit einem Längskiele,

---

38) KIRKBY. Quaterly Journal of the geological
XIII p. 213.

39) SPENCE BATE. On the fossil Crustacean found in
limestone of Durham by Mr. Kirkby, and on a New Species
Quarterly Journal of the geological Society of London XV

40) H. B. GEINITZ. Dyas oder die Zechsteinforma
Rothliegende Heft I. Die animalischen Ueberreste der D
1861 S. 29.

41) SPENCE BATE Catalogue of the specimens of
Crustacea in the collection of the British Museum. Londo

42) H. B. GEINITZ Beiträge zur Kenntniss der orga
reste in der Dyas (oder permischen Formation zum Theil)
Namen Dyas. Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologi
tologie 1863. S. 385.

abwärts gekrümmt. Segmente des Mittelleibes (Pereion) schmal, wulstig, deren 7 oder 8 (nach Geinitz) vorhanden. Seitlich derselben schmale lappige Fortsätze (epimera oder coxae). Vorn am Kopfe vorstehende, grosse, runde Augen, ausserdem Ansätze von Mandibeln. Vom Hinterleibe (Pleon) sind nur zwei grosse, seitlich zusammengedrückte und gekielte Segmente (die beiden ersten Abschnitte des Pleons) erhalten, das vordere davon ist höher als das zweite, dieses am Hinterrande wellig ausgeschnitten.

Für die Isopodennatur, welche auch QUENSTEDT annimmt, ist hauptsächlich GEINITZ eingetreten, welcher bald die Aehnlichkeit mit Sphaeroma, bald mit Aega betonte. Mit diesen Gattungen steht aber die Zechsteinform in keinem näheren Zusammenhange. GEINITZ hält den Hinterleib für zweigliedrig, doch scheint die Auffassung von SPENCE BATE, welcher ein restaurirtes durchaus nicht unwahrscheinlich gehaltenes Bild des interessanten Krusters gibt, die richtigere zu sein, wornach die Stücke am 2. Pleonsegment abgebrochen wären. Damit stehen auch die Zeichnungen, welche GEINITZ vorführt, in keinem Widerspruch, nach welchen man am Hinterende noch den Abdruck weiterer Körpertheile zu erkennen glaubt. Ich kann es daher nach den ausführlichen Darlegungen des englischen Crustaceenforschers für nicht zweifelhaft halten, dass bei einem Vergleiche mit lebenden Krebstypen nur die Amphipoden in Betracht kommen können. SPENCE BATE bringt *Prosoponiscus* in nächste Beziehung zur recenten *Phaedra*[43]) (*Phaedra Kinahani* Sp. B. Küste bei Glasgow, *Phaedra antiqua* Morny-Bai Schottland) und reiht das Genus somit den *Gammariden* (Subfamilie *Phoxides*) ein. Auch H. WOODWARD[44]) weist den *Prosoponiscus pro-*

43) Quarterly Journ geol. Soc. 1859 p. 139 tab. 6 fig. 8. Catalogue of Amphipod. p. 119 und 120. Taf. XXI f. 1 und 2.

44) H. WOODWARD A Catalogue of British fossil Crustacea. London 1877. p. S. 62.

blematicus v. Schloth sp. den Amphipoden zu,
Crustaceenordnung bisher überhaupt nur sehr s
in fossilem Zustande bekannt geworden sind.

Aus der **Trias** wird meines Wissens nur
Isopodenart angegeben:

Sphaeroma triasina Picard.[45]) Abbildu
für die ges. Naturw. 1858. XI. Bd. tab. IX f

Die Bezeichnung des Lagers ist ziemlich
halten. „Das Vorkommniss stammt aus den Ka
thüringischen Keuperübergänge und sitzt auf
von Ammonites nodosus auf" (loc. cit. S. 435

Der Körper ist 13 mm lang und 4 mm b
Allgemeinen länglich und verhältnissmässig s
wie bei den typischen Sphaeromen gedrunge
Kopf länglich mit zwei Fühlerpaaren. 7 Leibschil
schild mit einer erhabenen Mittelleiste und seitli
füssen, die scheerenartig zweigespalten sind".

Die Abbildung macht den Eindruck, als o
schematisch ausgefallen sei. Jedenfalls stellt de
typische Art des Genus *Sphaeroma* vor. Es
daher wohl empfehlen, eine andere Bezeichnun
um nicht bei fernerem Citiren dieser Art den
erwecken, es kämen in der Trias bereits I
Typus der Sphaeromen vor. Um nun nicht ein
das zweifelhafte Fossil gegründeten Genusname
müssen, schlage ich die allgemein gehalten
Isopodites triasinus Picard sp. vor.

Von Funden aus dem **Jura** liegen mehrere
der Literatur vor. Abgesehen von zweifelha

---

45) E. Picard: Ueber den Keuper bei Schlothei
und seine Versteinerungen. Zeitschrift für die gesammt
schaften. Berlin 1858. XI. Bd. S. 425 ff. (435).

aus dem **Lias**, worauf QUENSTEDT[46]) aufmerksam macht, sind mehrere Arten aus dem **oberen weissen Jura** bekannt. Schon DESMAREST erwähnt in seiner „Histoire naturelle de crustacés fossiles 1822" (p. 138) ein *Sphaeroma antiqua* „trouvée dans un fragment de pierre calcaire à grain fin, analogue à la pierre de Pappenheim", welche Versteinerung wohl mit *Sculda pennata* Münster zusammenfallen dürfte.

GRAF MÜNSTER[47]) beschrieb 1840 in den Beiträgen zur Petrefaktenkunde aus den Solenhofer Kalken sieben Isopoden, zu welchen er 1842 noch eine neue Species fügte.[48])

Die Münster'schen Arten wurden später von OPPEL[49]) und hauptsächlich von KUNTH[50]) einer Revision unterzogen. KUNTH stellte mit vollem Recht einen Theil derselben zu den Stomatopoden *(Sculda pennata)*, während er die übrigen *(Urda rostrata, Urda punctata, U. decorata, U. cincta, U. elongata, Reckur punctatus*, ferner *Reckur affinis* H. v. Meyer) unter Zusammenziehung in 2 Species bei den Isopoden, wohin sie zweifelsohne gehören, beliess. Ausserdem lehrte derselbe Autor in der unten erwähnten trefflichen Abhandlung eine weitere jurassische Asselform von Solenhofen kennen, welche er als *Aega* (?) sp. bezeichnete. Es sei mir gestattet, diesen Isopoden als *Aegites Kunthi* zu Ehren des der Wissenschaft zu früh verstorbenen Forschers zu benennen.

---

46) QUENSTEDT Handbuch der Petrefaktenkunde p. 331 tab. 27 fig. 8.

47) GEORG GRAF ZU MÜNSTER. Ueber einige Isopoden in den Kalkschiefern von Bayern. Beiträge zur Petrefaktenkunde 3. Heft 1840 p. 19—23 tab. I.

48) Beschreibung drei neuer Arten Crustaciten. Beiträge zur Petrefaktenkunde Heft 5 S. 77 tab. IX.

49) OPPEL. Paläontologische Mittheilungen aus dem Museum des kgl. bayer. Staates. S. 116.

50) KUNTH. Ueber wenig bekannte Crustaceen von Solenhofen. Zeitschrift der deutschen geolog. Gesellschaft Bd. XXII. 1870. 771—801. Taf. XVII und XVIII.

Mit Ausnahme der letzgenannten Art gehören die Reste aus dem lithographischen Schiefer nach KUNTH einer eigenen Familie unter den schwimmenden Isopoden an, der er den Namen *Urdaidae* verlieh und welche er im System zwischen die Anceïden und Cymothoaden einreihte. Es ist diese Familie charakterisirt durch grossen, quadratischen Kopf mit sehr grossen Augen, welche Kopflänge besitzen, durch grosse vorspringende Oberlippe und zwei weit vorragende Mandibeln, „der Thorax besteht aus 5 Segmenten mit epimeren Stücken. Abdomen aus 7 Segmenten. Die ersten 6 sind kurz, das siebente bildet mit den Anhängen des sechsten eine grosse Schwanzflosse." Nach KUNTH gleicht das Abdomen in der Ausbildung dem mancher Cymothoaden, während der vordere Theil des Körpers eine merkwürdige Analogie mit den Anceïden aufweist.

Letzteres ist in der That der Fall. Wie *Anceus* in der männlichen Form (die Weibchen, welche früher als eine besondere Gattung, *Praniza*, angesehen wurden, weichen in der Körpergestalt von den Männchen beträchtlich ab) so hat auch *Urda* einen grossen Kopf, der mit mächtigen Zangen bewaffnet ist, ferner zeigt sich im Vorderleib bei beiden Gattungen eine scheinbare Fünftheiligkeit ausgesprochen. In Wirklichkeit lässt sich übrigens bei *Anceus* die normale 7-Zahl in der Gliederung des Mittelleibes nachweisen und wahrscheinlich dürfte diess auch später bei Urda gelingen. Selbst das Bein, welches Kunth von *Urda* abbildet, besitzt grosse Aehnlichkeit mit einer Gliedmasse von *Anceus*.

Ein Unterschied gegenüber den recenten Anceïden ergibt sich jedoch in dem breiteren Postabdomen, in der vorgezogenen quadratischen Oberlippe und in der viel bedeutenderen Grösse (Länge 40—50 mm, Breite 10—15 mm).

Was das als *Aega* (?) sp. von KUNTH aufgeführte Exemplar betrifft, so sehen wir an demselben im Allgemeinen die Charaktere der Aegiden vertreten. 7 Segmente

bilden den Mittelleib, 6 oder 7 das Postabdomen. Die Endschuppe verschmälert sich nach unten; seitwärts die spatelförmigen Ruderflossen. Länge 17 mm, Breite 7 mm. KUNTH bemerkt (l. c. S. 800) darüber: „Das vorliegende Stück gehört zu den Cymothoen unter den schwimmenden Isopoden. Das Thier scheint der Gattung *Aega* sehr nahe zu kommen, doch ist ein genauerer Vergleich unmöglich, da diejenigen Theile, welche bei lebenden die Gattungsmerkmale abgeben, an unserem Stücke fehlen."

Zu *Palaega* glaube ich die Form nicht ziehen zu dürfen, da das Schwanzschild anders beschaffen ist. Ich möchte daher einstweilen die generische Bezeichnung *Aegites* wählen, um anzudeuten, dass bereits im Jura Asseln vom Typus Aega auftreten.

Wir haben sonach im Ganzen aus den Solenhofener Kalkschiefern folgende Arten zu verzeichnen:

Urda rostrata Graf Münster. Beste Abbildung bei Kunth loc. cit. tab. XVIII fig. 1, 2.

Urda punctata Münster sp. Beste Abbildung bei Kunth loc. cit. tab, XVIII f. 3.

Aegites Kunthi v. Ammon. Kunth loc. cit. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1870. S. 798 t. XVIII fig. 4 und 5.

Aus dem englischen **Purbeck** kennt man zwei Isopoden-Arten:

Archaeoniscus Brodiei Milne Edwards[51]) 1843. Abbildungen geben:

BRODIE[52]) 1845 Foss. Insects pl. 1 f. 6—10.

WOODWARD and SALTER[53]) 1865 Cat. and Chart Foss. Crustac. f. 17.

---

51) Annales des Sciences Naturelles. 2 série XX. 1843. Zoologie p. 327.

52) BRODIE Insects found in the Secondary Rocks of England 1845 pl. 1 f. 6—10.

53) WOODWARD and SALTER. Catalogue and Chart of Fossil Crustacea 1865 f. 17.

NICHOLSON 1872 Manual of Palaeontology fig. 120.
WOODWARD[54]) 1879 Quarterly Journ. of geol. Soc. Vol. 35 tab. XIV f. 4.

Archaeoniscus Edwardsi Westwood[55]) 1854. Quart. Journ. of geol. Soc. London Vol. X pl. XIV fig. 12.

Archaeoniscus Brodiei liegt in einem Insekten einschliessenden Kalkstein des unteren Purbeck vom Wardour-Thal, Wiltshire; *Arch. Edwardsi* stammt aus dem Insect-Bed des unteren Purbeck-Kalkes der Durlestone-Bay bei bei Swanage, Dorsethire.

Auf erstere Art ist das Genus *Archaeoniscus* Milne Edwards gegründet. Kopf klein, zum grössten Theil in die vorderste Parthie des Mittelleibes eingesenkt. Mittelleib mit sechs Abschnitten[56]); die beiden ersten Segmente scheinen wie bei Serolis miteinander verwachsen zu sein. Im Postabdomen 6 Segmente; das unterste, das Telson, ist nahezu halbkreisförmig und besitzt, wie auch der Kopf, im Verhältniss zu den Leibesringen eine nur geringe Breite. Länge des Körpers 12 mm., Breite desselben 8 mm. Nach QUENSTEDT[57]) gleicht die Art „einem kleinen Trilobitchen, zwischen dem halbmondförmigen Kopf- und Schwanzschilde stehen die schmalen Brustglieder." Der allgemeine Habitus ist *Serolis*-artig, doch sind die oberen Ringe des Postabdomens besser entwickelt. Die Gattung ist den Cymothoiden ein-

54) H. WOODWARD. On the occurrence of Branchipus in a fossil state associated with Eosphaeroma and with numerous insect remains in the eocene freshwater (Bembridge) Limestone of Garnet Bay, Isle of Wight. Quarterly Journal of the geological Society. London XXXV 1879 p. 342.

55) WESTWOOD Fossil Insects and Isopods of the lower Purbeck Quarterly Journal of the geolog. Society 1854 p. 385.

56) Mc COY gibt für den Thorax 7 und für das Abdomen 5 Ringe an. Annals and magazine of natural history 2 ser. IV 1849 p. 2[illegible]

57) QUENSTEDT Handbuch der Petrefaktenkunde. 2. Auflage 18[illegible] p. 330.

zureihen und dürfte zwischen die Seroliden und die Cymothoidae errans, die Aegiden, zu stellen sein. Die zweite Art, *A. Edwardsi*, ist der ersteren sehr ähnlich und unterscheidet sich von dieser nur durch etwas grössere Breite.

Aus der **Kreide** sind bis jetzt drei Species bekannt:

Bopyrus sp. Bell[58]) Grünsand, Cambridge. Palaeont. Society 1862 pl. 3 fig. 3. Woodward und Salter Catal. and Chart of Fossil Crustac. 1865 p. 9 fig. 18.

Ein parasitischer Kruster aus der Familie der Bopyriden (Garneelasseln), sitzend unter dem Panzer eines anderen fossilen Krebses (eines anomuren Decapoden), *Palaeocorystes Stockesi* Mantell sp.

Palaega Carteri H. Woodward[59]). Abbildung Geolog. Magazine. London 1870 pl. XXII f. 3—6.

Fundort und Lager: Grey Chalk Dover; Chloritic Chalk, Cambridge; Chalk Rocks, Luton, Beds. Ausführlicheres über die Art siehe oben S. 514.

Palaega sp. Ferd. Römer[60]). Weisse Kreide mit Feuersteinen, Aalborg, Jütland.

Die Mehrzahl der bis jetzt bekannten versteinerten Asseln lieferte das **Tertiär**.

Aus dem alpinen **unteren Oligocän** (Häringer Schichten) habe ich in dieser Abhandlung beschrieben:

---

58) Bell Fossil Crustacea of the Gault and Greensand. Palaeontographical Society 1862 p. 13 pl. 3 f. 3.

59) Henry Woodward. Contributions to British fossil Crustacea. Geological Magazine London 1870. Vol. VII p. 495. 497. 588. Das Fossil wird sonst noch gelegentlich erwähnt von Woodward: a catalogue of British Fossil Crustacea 1877 p. 17 und Quarterly Journal of the geolog. Soc. 1879. XXXV. p. 348, ferner von Schlüter: Neue oder weniger gekannte Kreide- und Tertiärkrebse des nördlichen Deutschlands. Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellsch. XXXI 1879 S. 587.

60) Wird von Woodward (Quarterly Journal of the geolog. Society. t. XXXV. 1879 p. 348) aufgeführt. Wo F. Roemer den Fund mitgetheilt hat, habe ich nicht ermitteln können.

Palaega scrobiculata v. Ammon 1882. Abbildung Taf. I—IV.

Exemplare dieser Art kommen nicht gerade sehr selten im Cementmergel von Häring bei Kufstein vor.

Aus etwas höheren, aber noch der tieferen Abtheilung des Oligocäns angehörigen Schichten des französisch-englischen Tertiärbeckens werden angeführt:

Eosphaeroma Brongniarti Milne Edwards[61]) sp. 1843. Abbildung bei:

HERMANN VON MEYER Palaeontographica. V. Bd. 1858. tab. XXIII fig. 1.

WOODWARD Quarterly Journ. of geol. Soc. t. 35 1879 tab. XIV f. 3.

Eosphaeroma fluviatile H. Woodward[62]) 1879. Quart. Journ. of geol. Soc. tom. 35 tab. XIV f. 1.

Eosphaeroma Smithi H. Woodward 1879 loc. cit. Quart. Journ. geol. Soc. t. 35 tab. XIV f. 2.

Die letzteren beiden Arten haben sich im „Upper Eocene Bembridge series" d. h. in den unteroligocänen Bembridge-Schichten an der Gurnet Bai, Insel Wight gefunden. Die erstgenannte Species, zu welcher wohl auch das alte *Sphaeroma margarum* Desmarest gehören mag, wurde zuerst von Milne Edwards unter dem Namen *Palaeoniscus Brongniarti*, welche Bezeichnung HERMANN VON MEYER beibehalten hat, wissenschaftlich besprochen, bezüglich des Lagers gab EDWARDS

61) M. EDWARDS Annales des Sciences Naturelles. 2 sér. 1843 tome XX Zoologie p. 329.

62) H. WOODWARD On the occurrence of *Branchipus* (or *Chirocephalus*) in a fossil state, associated with *Eosphaeroma* and with numerous Insect-remains, in the eocene Freshwater (Bembridge) Limestone of Gurnet Bay, Isle of Wight. Quarterly Journ. of geolog. Society London 1879 t. 35 p. 346.

an: „Couche de Marne à Cytherées, sous les Marnes vertes, Butte de Chaumont près Paris.“ Nach SANDBERGER[63]) sind diese Bänke als tiefste mitteloligocäne Brackwasserschichten über dem Gyps von Montmartre zu bezeichnen.

Da *Palaeoniscus* bekanntlich ein schon längere Zeit vorher errichtetes (Blainville 1818, Agassiz 1833) Fischgeschlecht bedeutet, hat WOODWARD mit Recht den Edwards'schen Namen aufgegeben und die Gattung neu benannt *(Eosphaeroma)*.

Die in Rede stehenden Isopodenformen waren Süsswasserbewohner und besassen nur geringe Körperdimensionen. An den grössten Exemplaren von *E. Brongniarti* beträgt die Länge 12 mm, die Breite 7 mm; *Eosph. fluviatile* ist etwas kleiner, *E. Smithi* etwas grösser. Der Körper bildet ein regelmässiges Oval, ausser den 7 normalen Mittelleibssegmenten ist ein einfaches fast kreisrundes Schwanzschild vorhanden, das $^1/_3$ der ganzen Länge ausmacht. Bei *Brongniarti* zeigt sich über demselben noch ein Ring im Postabdomen ausgebildet. Seitlich am Telson stehen sichelförmige lamellenartige Anhänge (p. 6). Kopf weit schmäler als die Leibessegmente, in den ersten Mittelleibsring, der oben ausgeschnitten ist, eingesenkt. Augen nierenförmig, seitlich am Kopfe befindlich. M. Edwards möchte die Gattung zwischen *Sphaeroma* und *Ancinus* setzen. Hermann von Meyer ist betreffs des zum gleichen Formenkreis gehörenden *Eosphaeroma obtusum*, ähnlicher Ansicht, welchem er einen Platz zwischen den Cymothoiden und den Sphaeromatoiden einräumen will.

Aus dem deutschen **Mitteloligocän** ist eine Art nachgewiesen:

---

63) FR. SANDBERGER. Die Land- und Süsswasserconchylien der Vorwelt. S. 304.

Eosphaeroma obtusum Herm. v. Meyer[64]) sp. 1858. Abbildung. Palaeontographica V t. XXIII fig. 2–1 (Ober- und Unterseite mit Gliedmassen-Resten, seitliche Anhänge, ferner die Eier des Thieres).

Lager: Mitteloligocäne limnische Süsswasserbildung (Braunkohle) von Sieblos bei Poppenhausen, Rhön. Dies Teichassel, von Hermann von Meyer als *Palaeoniscus obtusus* beschrieben, besitzt einen mit den ebenerwähnten englischen und französischen Formen übereinstimmenden Habitus, daher jedenfalls zur gleichen Gattung gehörig. Länge 10 mm. Sieben Thoraxsegmente mit epimeren Stücken, Hinterleib aus einem einfachen unten abgerundeten Schwanzschild bestehend, seitlich sichelförmige Anhänge. Körper einrollbar.

Aus dem **Miocaen** ist uns erhalten:

Palaega Gastaldii Sismonda sp.[65]) 1849. Abbildung: Mem. della reale Accadem. delle scienze di Torino Ser. 2 tomo X tab. III f. 10.

Lager: Miocäne Molasse Turin. Näheres über die Species auf S. 512, 513 und 517.

Armadillo molassicus Heer.[66]) Abbildung: Urwelt der Schweiz. 2. Aufl. S. 374 f. 245.

Lager: Obermiocäne Kalkschiefer von Oeningen. – Mit einrollbarem Körper. Der gemeinen Armadillassel sehr ähnlich.

Als Einschlüsse im **norddeutschen Bernstein**, welcher das oligocänes Alter haben soll, werden endlich folgende Landasseln aufgezählt:

---

64) Hermann von Meyer. *Palaeoniscus obtusus*, ein Isopode aus der Braunkohle von Sieblos. Palaeontographica v. Dunker und Hermann v. Meyer. Band I p. 111—114.

65) Eugenio Sismonda. Descrizione dei pesci e dei crostacei fossili nel Piemonte. Memorie della reale accademia delle scienze di Torino. Classe di scienze fisiche e matematiche. 2 Série. Tomo X p. [illegible]

66) Oswald Heer. Die Urwelt der Schweiz. 2. Aufl. 1879. S. [illegible]

Oniscus convexus Koch und Berendt.[67]) Abbildung loc. cit. tab. I fig. 1.

Porcellio notatus Koch und Berendt. Abbildung loc. cit. tab. I fig. 2.

Porcellio granulatus Menge.

Porcellio cyclocephalus Menge.

Trichoniscus asper Menge.

Die letzten 3 Arten sind nicht abgebildet, sondern werden von MENGE in dem BERENDT'schen Werke (S. 10) in einer Anmerkung zur Ergänzung der Fauna aufgeführt. Sämmtliche Bernsteinformen besitzen nur eine geringe Grösse (5 mm und etwas darüber) und stehen lebenden Arten offenbar ziemlich nahe.

---

67) GEORG KARL BERENDT. Die im Bernstein befindlichen organischen Reste der Vorwelt. I. Bd. 2. Abth. Die im Bernstein befindlichen Crustaceen, Myriapoden, Arachniden und Apteren der Vorwelt, bearbeitet von KOCH, Kreisforstrath in Regensburg und BERENDT, Sanitätsrath in Danzig. Berlin 1854 p. 9 und 10.

Uebersichts-Tabelle der fossilen Isopoden
nach zeitlichem Auftreten und systematischer Stellung.

Ordnung: **Isopoda, Asseln.**	Devon	Trias	Jura		Kreide		Unteres Tertiär				Obere Tertiär	
			Oberster weisser Jura Solenhofen	Purbeck England	Grünsand Cambridge	Obere Kreide England, Dänemark	Unteroligocaen (marin) Häring	Unteroligoc. (Süsswassch.) Bembridge	Tiefst. Mitteloligoc. (Brackw.) Montmart.	Mitteloligocaen Braunkohle Sieblos	Marin. Miocaen Turin	Oberoligocaen (Süsswasser) Oeningen Eisenbahn-Einschnitt
1. Familie Anceïdae (Pranizidae). Fossil nicht bekannt.												
2. Familie Urdaïdae. Nur jurassisch.												
Urda rostrata Münster	.	.	+									
Urda punctata Münster	.	.	+									
3. Familie Cymothoïdae Schwimmasseln Jura—Jetzt.												
1. Subfamilie Cymothoïnae Parasitische Fischasseln. Fossil nicht bekannt.												
2. Subfamilie Aeginae Vagabd. Schwimmasseln.												
Aegites Kunthi v. Ammon	.	.	+									
Palaega Carteri Woodward	.	.	.	.	.	+						
Palaega sp. F. Roemer	.	.	.	.	.	+						
Palaega scrobiculata v. Ammon	.	.	.	.	.	.	+					
Palaega Gastaldii Sismonda sp.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	
3. Subfamilie Archaeoniscinae. Nur im Purbeck.												

Ordnung: **Isopoda, Asseln.**	Devon	Trias	Jura		Kreide		Unteres Tertiär			Oberes Tertiär				Bernstein-Inclusa
			Oberster weisser Jura Solenhofen	Purbeck England	Grünsand Cambridge	Obere Kreide England, Dänemark	Unteroligocaen (marin) Häring	Unteroligoc. (Süsswassersch.) Bembridge	Tiefst. Mitteloligoc. (Brackw.) Montmart.	Mitteloligocaen Braunkohle Sieblos	Marin, Miocaen Turin	Obermiocaen (Süsswasser) Oeningen		
Archaeoniscus Brodiëi Milne Edwards	.	.	.	+										
Archaeoniscus Edwardsi Westwood	.	.	.	+										
4. Subfamilie **Serolinae** Fossile Repräsentanten fehlen.														
4. Familie **Sphaeromidae** Kugelasseln. Tertiär, Recent.														
Eosphaeroma fluviatile Woodward	.	.	.	.	.	.	.	+						
Eosphaeroma Smithi Woodward	.	.	.	.	.	.	.	+						
Eosphaeroma Brongniarti Milne Edwards sp.	.	.	.	.	.	.	.	.	+					
Eosphaeroma obtusum Herm. von Meyer sp.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+				
5. Familie **Idotheïdae** Devon? und recent														
Praearcturus gigas Woodward	+													
6. Familie **Bopyridae** Garneelasseln. Kreide Recent.														
Bopyrus sp.	.	.	.	.	+									
7. Familie **Munnopsidae.** Pygmäenasseln. Fossil nicht bekannt.														

Ordnung: **Isopoda, Asseln.**	Devon	Trias	Jura		Kreide		Unteres Tertiär				Oberes Tertiär	
			Oberster weisser Jura Solenhofen	Purbeck England	Grünsand Cambridge	Obere Kreide England, Dänemark	Unteroligocaen (marin) Häring	Unteroligoc. (Süsswassersch.) Bembridge	Tiefst. Mitteloligoc. (Brackw.) Montmart.	Mitteloligocaen Braunkohle Siebios	Marin. Miocaen Turin	Obermiocaen (Süsswasser) Oeningen
8. Familie **Asellidae** Süsswasserasseln. Fossil nicht bekannt.												
9. Familie **Entoniscidae** Binnenasseln. Fossil nicht bekannt.												
10. Familie **Oniscidae** Landasseln. Tertiär, Recent.												
1. Subfamilie **Oniscinae** Mauer- und Kellerasseln.												
Oniscus convexus Koch und Berendt	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Trichoniscus asper Menge	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Porcellio notatus Koch und Berendt	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Porcellio granulatus Menge	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Porcellio cyclophorus M.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
2. Subfamilie **Armadillinae** Rollasseln.												
Armadillo molassicus Heer	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	—
Zweifelhafte Form:												
Isopodites triasicus Picard sp.	.	+										

Schlussbetrachtung.

Es sind nach vorstehender Tabelle im Ganzen in runder Zahl 20 Arten von fossilen Asseln bekannt. Wenige Species, und zwar sind es die im Bernstein erhaltenen (wahrscheinlich oligocänen Alters), sowie eine Art aus dem Oeninger Miocän, gehören den Landasseln an (ONISCIDEN, *Oniscus*, *Porcellio*, *Armadillo*). Die übrigen waren Wasserbewohner. Unter diesen nehmen eine besondere Gruppe, die Teichasseln aus der älteren Tertiärzeit, die EOSPHAEROMEN, ein, welche sich in ihrem Habitus den jetzigen marinen und brackischen *Sphaeromen* anschliessen. In rein marinen Bildungen sind bis jetzt sicher bestimmbare Formen der letztgenannten Familie, der Kugelasseln, noch nicht bekannt geworden, was um so auffallender erscheint, als die Sphaeromen gegenwärtig die Küstenregionen besonders der wärmeren Meere in unzählbarer Menge bewohnen. Dagegen sind unter den Schwimmasseln die CYMOTHOIDEN in der Gruppe der vagabundirenden oder frei umherschwimmenden Meerasseln, der AEGINEN, durch mehrere fossile Repräsentanten nachgewiesen und zwar vertheilen sich die einzelnen Arten, welche den Typus *Aega* vertreten (*Aegites*, *Palaega*) auf mehrere Formationen (Jura, Kreide und Tertiär). Andere ausgestorbene Typen nähern sich in ihrem Baue mehr den *Seroliden*, es sind das die auf die Süsswasserschichten des obersten Jura beschränkten ARCHAEONISCIDEN. Dass auch schmarotzende Asseln in der Vorwelt nicht gefehlt haben, beweist der Fund eines BOPYRUS aus der unteren Kreide.

Eine besondere Gruppe von eigenthümlichem, fremdartigerem Typus bilden die URDAIDEN aus dem Solenhofener Schiefer. Dieselben besitzen verwandtschaftliche Beziehungen zu den heutigen *Anceïden*, zeigen jedoch andrerseits in ihrer Organisation merkliche Anklänge an die Schwimmasseln.

Man darf desshalb wohl die Urlaiden als einen Mischtypus betrachten. Sieht man von dem devonischen *Prearcturus gigas* ab, welcher vielleicht späterhin in einer anderen Crustaceenordnung seinen Platz finden wird (schon die beträchtliche Grösse lässt die Annahme eines Isopoden unsicher erscheinen), so stellen diese jurassischen Formen zugleich die ältesten Reste dar, welche völlig unzweifelhaft auf Isopoden bezogen werden können.

Tafelerklärung.

Tafel I. **Palaega scrobiculata** v. Ammon. Härlinger Schichten. Photographie nach dem Original, vervielfältigt durch Lichtdruck. Vermuthlich ausgewachsenes Männchen.

Tafel II. **Palaega scrobiculata** v. Ammon. Härlinger Schichten. Lichtdruckbilder nach Originalaufnahmen.

Fig. I. Jugendliches Exemplar.

Fig. II—IV. Vermuthlich weibliche Individuen.

Tafel III und IV. Dieselben Exemplare in Umrissen gezeichnet.

Erklärung der Zeichen.

c Kopf (cephalon).

e Augen.

ao Ansatz der Fühlhörner.

1—VII Segmente des Mittelleibes (Pereion).

cg Epimera.

l Querlinie der Mittelleibssegmente.

1—6 Segmente des Postabdomens (Pleon).

f Schwanzschild (Telson).

pl Da Bauchorganen umgewandelte letzte Spaltfüsse des Postabdomens.

b Beulenfeld desselben.

Auf der rechten Seite der Tafel III sind die Segmente mit den Bezeichnungen versehen, wie dieselben für die homologen Abschnitte am Körper der malacostraken Krebse überhaupt gemäss der modernen Bezeichnung desselben in 3 Segmente zu Anwendung kommen.

Das Originalexemplar von Taf. I und III befindet sich in der Sammlung des kgl. Oberbergamtes zu München.

Herr Oberberg-Direktor Gümbel legt vor und bespricht die folgende von Herrn Prof. F. Pfaff in Erlangen zugesendete Abhandlung:

„Einiges über Kalksteine und Dolomite."

(Mit 2 lithogr. Tafeln.)

Sowohl über Kalksteine wie über Dolomite liegen aus den verschiedensten Zeiten und Ländern eine grosse Anzahl von Untersuchungen vor. Während es nun früher ausschliesslich die chemischen Verhältnisse waren, welche bei solchen Untersuchungen ins Auge gefasst wurden, sind es in der neueren Zeit hauptsächlich die kleinsten organischen Wesen, sowie auch die Structurverhältnisse gewesen, welche man mit Anwendung des Mikroskopes eingehender Forschung unterzog, indem man theils gewisse Formen, wie Kokkolithen, Foraminiferen durch die Kalke verschiedener Formationen verfolgte, theils genauer die verschiedenen Schichtensysteme ein und derselben Formation mit einander in dieser Hinsicht an einer Lokalität verglich.

Ist dadurch auch das Beobachtungsmaterial ein sehr umfangreiches geworden, hinreichend gross, um manche Fragen schon jetzt mit Sicherheit zu beantworten, so ist doch bei der ungemein weiten Verbreitung dieser Gesteine durch alle Formationen und Länder, bei der grossen Mannigfaltigkeit ihrer Ausbildung und der Art ihrer Entstehung noch vielleicht ebenso viel von ihnen noch unbekannt und einer näheren Untersuchung ebenso bedürftig als werth.

Um so mehr ist dieses noch dadurch eingetreten, dass Fragen, an die man früher bei diesen Gesteinen gar nicht dachte, neuerdings eine sehr grosse Wichtigkeit erlangt haben, wie z. B. die Frage nach dem Einflusse des Druckes auf die Structurverhältnisse, die Spalten- und Aderbildung in denselben, mechanische Metamorphose u. dgl. Von diesem Gesichtspunkte aus möchten auch die folgenden Untersuchungen über die genannten Gesteine, so wenig erschöpfend sie auch sind, immerhin einiges Interesse haben. Sie sollen zunächst nur einen Beitrag liefern zur allgemeinen Charakteristik des chemischen und mikroskopischen Verhaltens derselben zunächst im Hinblicke auf die Frage nach der Entstehung des Kalkes und Dolomites, ohne Rücksicht auf die feineren lokalen Verschiedenheiten, wie sie sich durch die Spectralanalyse ermitteln lassen, und auf Störungen, welche sie nach ihrer Ablagerung in ihren Structurverhältnissen erlitten haben.

Was nun zunächst die chemische Zusammensetzung der Kalksteine anbetrifft, so ist es hier eine Frage, welche sich zunächst aufdrängt, nehmlich die, ob irgend welche constante Verhältnisse in einer oder der andern Formation sich finden, welche die Kalke dieser von andern auszeichnen. Sehen wir die zahlreichen Analysen aus den verschiedensten Formationen im Hinblicke auf diese Frage an, so erkennen wir sofort, dass dieses nicht der Fall ist. Wenn wir die in höchst geringer Menge vorhandenen, zum Theil nur durch die Spectralanalyse nachweisbaren Bestandtheile wie Strontium, Lithium u. a. ausser Acht lassen und nur die drei in fast allen Kalken als wesentliche Gemengtheile auftretenden Bestandtheile betrachten, nemlich die in Salzsäure unlöslichen, das Kalcium- und Magnesiumcarbonat, so erkennen wir zwar sehr bedeutende Schwankungen derselben ihrem Mengenverhältnisse nach, aber kein bestimmtes Gesetz, weder wenn wir die verschiedenen For-

mationen mit einander vergleichen, noch auch, wenn wir die einzelnen Unterabtheilungen ein und derselben Formation ins Auge fassen, wie dies sehr deutlich aus der folgenden Zusammenstellung, Kalke aus allen Formationen enthaltend, hervorgeht. Ich bemerke zu derselben noch folgendes: da es mir zunächst nur darauf ankam, das Verhältniss jener 3 wesentlichsten Bestandtheile der Kalksteine übersichtlich darzustellen, so enthält die oberste Reihe zunächst in Procenten das Verhältniss der unlöslichen Bestandtheile zu den löslichen. Diese letzteren sind aber bis auf einen verschwindenden Bruchtheil aus den beiden genannten Karbonaten gebildet, von denen geringe Quantitäten durch die isomorphen Eisen- und Mangancarbonate zuweilen vertreten sind. Um nun das relative Verhältniss von Kalcium- und Magnesiumcarbonat für alle Kalksteine besser vergleichbar zu machen, ist ihre Summe überall zu 100 angenommen und es ergeben so die Zahlen der zweiten und dritten Reihe das Procentverhältniss beider zu einander so zu sagen mit demselben Maassstabe gemessen. Sämmtliche Angaben über die Kalke des Muschelkalkes sind nach Analysen meines verehrten Herrn Kollegen Hilger berechnet, welcher, mit einer höchst genauen chemischen Untersuchung dieser Formation beschäftigt, mit der grössten Zuvorkommenheit mir die Ergebnisse seiner Analysen zur Verfügung stellte. Die mit V bezeichnete ist von Herrn cand. Laible im Laboratorium des Herrn Professor Hilger ausgeführt worden, die sub XXI—XXIII bezeichneten von Herrn Dr. E. v. Raumer[1]), die übrigen von mir selbst. Sie vertheilen sich also:

Urkalke: 1) aus Maine, 2) vom Hymettus, 3) vom Pentelikon,
Silur.: 4) Norwegen Et. 3, 5) ditto Et. 2, 6) Böhmen, G, 7) Cinncinnati, Unter-Silur,

1) v. Raumer, Beitrag zur Kenntniss der fränkischen Liasgesteine, Dissertation.

Devon: 8) Trogenau, 9) Lehmar,
Dyas: 10) Ilmenau,
Kohle: 11) Tournay,
Trias: 12)—20) Gegend von Würzburg
kalk aufwärts bis zum Trigono
Jura: 21)—23) Lias bei Erlangen, 24)—2
Streitberg, 29)—30) Württemb
32) Mont Blanc,
Kreide: 33) Schreibekreide von Rügen, 34) v
Tertiär: 35) Numulitenkalk von Ragatz,
Tiefseeschlamm[3]): 36)

	I	II	III	
Unlöslich	15,14	0,30	0,13	
CaC	100,00	98,32	96,67	9
MgC	Spuren	1,68	3,32	

	VI	VII	VIII	
Unlöslich	8,12	28,83	1,52	3
CaC	97,63	98,37	81,77	9
MgC	2,37	1,63	18,23	

	XI	XII	XIII	
Unlöslich	1,85	9,47	5,73	
CaC	100,00	99,07	99,52	9
MgC	Spuren	0,93	0,48	

	XVI	XVII	XVIII	
Unlöslich	4,09	3,70	3,02	
CaC	99,86	97,62	98,00	9
MgC	0,14	2,38	2,00	

2) Nehmlich: Wellenkalk, Terebratelbank, Schaum
Encrinitenkalk, Cycloidenbank, Trigonoduskalk, Ostrak
3) Nach Gümbel. N. Jahrb. f. Min. 1870. S. 76

	XXI	XXII	XXIII	XXIV	XXV
Unlöslich	75,02	14,59	9,05	2,17	1,60
CaC	72,09	97,95	99,74	100,00	78,20
MgC	27,91	2,05	0,26	Spur	21,80

	XXVI	XXVII	XXVIII	XXIX	XXX
Unlöslich	2,13	1,27	2,99	3,39	5,06
CaC	80,65	70,01	98,11	99,27	100,00
MgC	19,35	29,99	1,39	0,73	Spuren

	XXXI	XXXII	XXXIII	XXXIV	XXXV
Unlöslich	0,25	3,52	0,63	24,60	2,00
CaC	100,00	100,00	100,00	90,04	98,86
MgC	Spuren	Spuren	Spuren	9,96	1,14

	XXXVI
Unlöslich	36,04
CaC	97,64
MgC	2,36

Aus einer auch nur flüchtigen Betrachtung dieser Analysen ergeben sich nun folgende Resultate:

Was zunächst die unlöslichen Bestandtheile betrifft, so zeigt sich sofort, dass deren Menge im Verhältnisse zu den löslichen eine ungemein schwankende, aber durchaus keine Gesetzmässigkeit darbietende ist. Wir finden unter den ältesten krystallinischen Kalken solche mit sehr hohem Gehalt an unlöslichen Bestandtheilen neben anderen mit einem sehr niedrigen (Nr. I und Nr. III), gerade so wie in jüngeren, z. B. der Kreide (Nr. XXXIII und XXXIV), ja selbst in ein und derselben Formation finden sich die maxima und minima von demselben Betrage, wie Nr. XIX und XX zeigt. Bei genauerer Untersuchung der verschiedenen Schichtensysteme einer und derselben Formation dürfte sich wohl für alle dasselbe Resultat ergeben, das die detail-

lirteren Untersuchungen der Trias und des Jura von Württemberg und Bayern erkennen lässt, dass nehmlich in jeder fast ganz reine, nicht einmal 1 pC. unlösliche Bestandtheile enthaltende Kalksteine sich finden, ebenso aber auch solche, die kaum mehr diesen Namen verdienen und auf der einen Seite durch die sog. Mergel im Thon, auf der andern wiewohl seltener in Sandstein übergehen, wie Nr. XXI.

Eine einfache Erklärung findet diese Thatsache dadurch, dass wir die unlöslichen Bestandtheile in den allermeisten Fällen ganz oder jedenfalls fast ganz als mechanische, während der Ausscheidung der Karbonate aus dem gelösten Zustande sich zu Boden setzende Einschwemmungen ansehen müssen. Dass solche Einschwemmungen zu allen Zeiten der Menge nach gleichen Schwankungen unterworfen sein mussten, bedarf wohl keiner weiteren Auseinandersetzung. Aber auch hinsichtlich ihrer Beschaffenheit gilt, wie wir gleich näher nachweisen werden, dasselbe, nehmlich auch in Beziehung auf sie zeigt sich eine sehr merkwürdige Gleichartigkeit der Zusammensetzung und der Schwankungen in derselben durch alle Formationen hindurch. Es liegen allerdings bis jetzt noch nicht so viele genaue chemische Untersuchungen der unlöslichen Bestandtheile der Kalksteine vor, als der löslichen Theile derselben, nichtdestoweniger reichen die vorhandenen schon hin, um die eben angeführte Thatsache erkennen zu lassen.

Ich theile zu diesem Behufe eine Reihe solcher Analysen aus Kalken aller Formationen mit*) und zwar:

Silur I Norwegen, Etage 1 nach Kjerulf, II Cincinnati, III Böhmen.

Devon IV Schuppach, V Trogeman.

*) Nr. 4, 6, 12, 13 und 14 aus S. Pfaff Ueber die unlöslichen Bestandtheile der Kalke etc. Diss.

Carbon VI Belgien,

Dyas VII Ilmenau,

Trias VII—XI Würzburg (VIII Wellenkalk, IX Schaumkalk, X Zellenkalk, XI Cycloidenbank, XII Trigonoduskalk),

Jura XII Solenhofen, XIII Streitberg,

Kreide XIV Schreibekreide.

Zur Vergleichung folgt dann als XV—XVI und XVII nach Bischof[5]) eine Analyse der Schlammmassen von Rhein, Donau und Nil, und XIX die unlöslichen Bestandtheile des heutigen Tiefseeschlammes nach Gümbel[6]), die Bestandtheile des geglühten letzteren ebenfalls nach Procenten berechnet.

	I	II	III	IV	V
Si	87,00	59,25	74,20	67,46	75,60
Ä̇l	6,51	24,42	9,68	27,33	14,16
Fe		4,05	6,54		5,27
Ca	1,66	10,95	2,99	3,84	1,70
Mg	Spur	Spur			
K	2,00	1,33	6,59	1,37	3,27
Na	2,08				

	VI	VII	VIII	IX	X
Si	66,82	70,49	61,06	32,3	61,05
Ä̇l	20,67	21,64	10,64	7,15	24,91
Fe	7,15		3,72	39,10	5,44
Ca	2,26	4,26	5,34	—	8,27
Mg			—	—	
K	3,10	3,61	9,03	13,03	0,00
Na			9,88	8,27	0,33

5) Bischof, Lehrb. der chem. und physikal. Geologie II. 1586 ff.

6) N. Jahrb. f. Min. 1870. S. 762.

	XI	XII	XIII	XIV	XV
Si	84,54	50,00	62,21	70,67	64,5
Al	3,01	5,95	20,69	16,86	20,3
Fe	1,40	2,38	11,16	7,74	10,2
Ca	3,01	1,19	—	1,65	—
Mg	—	—	2,15		1,8
K	6,03	14,28	3,79	3,08	2,3
Na	2,01	26,20			

	XVI	XVII	XVIII	XIX
Si	77,31	80,28	63,17	67,21
Al	9,88	10,87	13,47	18,80
Fe	9,80	2,81	14,65	10,72
Ca	—	0,68	3,50	—
Mg	0,11	0,84	3,03	3,26
K	2,87	1,52	1,40	
Na			0,78	

Der Glühverlust aller dieser Massen ist ein schwankend, im Durchschnitt zwischen 5 und 10 sich bewegender, u. bei Kalken, welche durch organische Substanzen sehr stark gefärbt ja schwarz erscheinen, bei denen der unlösliche Rückstand manchmal wie Russ aussieht, ist er noch etwa höher, sehr selten geht er bis auf 2 % herab.

Betrachten wir diese Analysen etwas näher, so sehen wir, dass in den allermeisten Fällen dieselben am einfachsten dahin gedeutet werden, dass die Hauptmasse der unlöslichen Rückstände ein wasserhaltiges Aluminium-Eisen-Silicat sei, wie wir es in unseren verschiedenen Arten von Thon ähnlich abgelagert finden. Da wir aber in ihnen mechanisch eingeführte, durch Zertrümmerung und Zersetzung älterer Gesteine entstandene Massen vor uns haben, so ist es sehr wohl erklärlich, dass neben diesen auch noch die verschiedensten anderen Mineralsubstanzen beigemengt sein

ebenfalls theilweise zersetzt, theilweise aber auch noch frisch. Von ganz besonderem Interesse sind hier wieder die Untersuchungen von Herrn Professor Hilger, von denen ich einige unter VIII—XI oben mittheilte, indem sie uns zeigen, dass selbst innerhalb einer verhältnissmässig so wenig mächtigen und so ruhig sich absetzenden Schichtenreihe, wie die des Würzburger Wellen- und Muschelkalkes, deren Mächtigkeit nach Sandberger nur 140 Meter beträgt, ebenso grosse Schwankungen in der Zusammensetzung der unlöslichen Massen vorkommen, wie wir sie nicht einmal finden, wenn wir die dem Alter nach einander am fernsten stehenden Ablagerungen, wie den jetzigen Tiefseeschlamm und die Rückstände der Silurkalke mit einander vergleichen. Suchen wir z. B. die Maximal- und Minimalwerthe für Kieselsäure, Thonerde, Eisenoxyd und Alkalien, so finden wir für diese alle das Maximum (Nr. X, IX, VIII, VIII), (nur in I ist der Si-Gehalt ein noch grösserer unter den vorliegenden Analysen) aber ebenso auch die Minimalwerthe (Nr. VIII, XI, XI, IX) in der Triasformation.

Würden wir auch für andere Formationen so genaue systematisch durchgeführte Analysen haben, wie durch Hilger's Bemühungen für die fränkische Trias, so würden wir wohl auch für andere ähnliche Schwankungen nachweisen können und es möchte wohl Niemand daran Anstoss nehmen, wenn man schon jetzt behauptet, die mechanisch eingeführten und mit den Kalksteinen sich absetzenden unlöslichen Rückstände derselben waren zu allen Zeiten die gleichen und den gleichen Schwankungen in ihrer chemischen Zusammensetzung unterworfen und grossentheils gleich den schwebenden Bestandtheilen unserer Flüsse und dem unlöslichen Theile des Tiefseeschlammes.

Die mitgetheilten Analysen der unlöslichen Bestandtheile als Bauschanalysen gemischter Massen geben uns selbstverständlich keinen hinreichenden Aufschluss über die

Frage, welche Mineralien zu der Bildung der
tragen, jedenfalls müssen wir zunächst auch mit
skope dieselben untersuchen, um allenfalls das Vo
bestimmter Mineralien mit ihren wesentlichen E
zu ermitteln. Ehe wir aber die Resultate sol
suchungen besprechen, wird es gut sein, vorher
kurze Bemerkungen über die beiden wesentlichst
theile der Kalksteine, das Kalcium- und Magnesi
und ihr gegenseitiges Verhältniss zu einander

Wie bekannt halten sich im Allgemeinen
und Dolomite ziemlich wohl von einander in
sondert, dass ganze Schichtensysteme aus ziem
Kalk, andere dagegen, ebenso ziemlich reinem
stehen, und nur in der Juraformation findet man
Orten sehr schroffe Uebergänge von Kalksteinen i
und ebenso auch alle Zwischenstufen in den
zahlen vom Kalcium- zum Magnesiumcarbona
dem reinen Kalk und dem reinen Dolomit. Al
dieser Beziehung zeigt sich durchaus keine Geset
wenn wir die verschiedenen Formationen mit ei
gleichen, ebensowenig aber auch, wenn wir die a
folgenden Schichtensysteme oder Unterabtheilung
derselben Formation mit einander vergleichen.
loses Zu- und Abnehmen des Magnesiumcarbo
sich hier wie dort, wie dies ein Blick auf die v
Analysen, namentlich auf die XI—XX sehr
kennen lässt.

Ich kann selbst noch hinzufügen, dass nich
ein und derselben Schichte dieses Verhältniss ei
bleibt, wenigstens für den fränkischen Jura kon
constatiren. Weil dieses Verhältniss besonders b
nach der Dolomitbildung von Wichtigkeit ist, s
wünschenswerth, darüber einige Untersuchungen
wie weit ganz gleichzeitig abgesetzte Kalke an

einander entfernten Stellen in ihrer Zusammensetzung sich gleich verhielten. Um sicher zu sein, dass man in der That ganz entschieden zu derselben Zeit abgesetzte Massen vor sich habe, muss man ein und dieselbe Schichte und von dieser auch ein und dieselbe Stelle wählen, das heisst von einer Stelle die Probe wählen, von welcher man überzeugt sein kann, dass sie vollständig ihrer Lage in der Schichte nach der anderen entspricht. Offenbar kann man das sicher erreichen, wenn man eine Schichte in einem Steinbruche in horizontaler Richtung verfolgt und dann entweder von der untersten oder der obersten Lage, also von da wo sie anfängt oder aufhört, Stücke losschlägt. In unserem fränkischen Jura hat man an den zahlreichen Steinbrüchen dazu sehr gute Gelegenheit, und ich habe von 3 verschiedenen Stellen des Westrandes desselben Proben in der angegebenen Weise abgeschlagen, die 20—30 Meter von einander entfernt derselben Schichtenstelle entnommen waren und wie ich noch bemerken will, weit entfernt von der Dolomitregion. In zweien Fällen zeigte sich nun ein nicht unerheblicher Unterschied im Verhältnisse vom Kalcium- zum Magnesiumcarbonat, in dem einen Falle war es bei der einen Probe in 100 Theilen 95,08 : 4,92, bei der anderen gleichgelegenen wie 99,33 : 0,67. Es war mir bisher nicht möglich auch für andere Formationen ähnliche Untersuchungen anzustellen, da man ohne diesen ganz speziellen Zweck dabei im Auge zu haben, schwerlich so genau den Abstammungsort von Gesteinsproben anzugeben im Stande ist, und es mir, seitdem ich darauf mein Augenmerk richtete, noch nicht möglich war, selbst andere Formationen aufzusuchen. Immerhin möchte es sich der Mühe lohnen, auch in anderen zu constatiren, ob ein solcher Wechsel in der Zusammensetzung einer und derselben Schichte vorkommt, oder nicht.

Ich gehe nun an die Beschreibung des mikroskopischen

Verhaltens der Kalksteine und Dolomite, auch
wichtigsten allgemeinen Verhältnisse berücksich
diejenigen, welche in allen Formationen wiederl
auf die in vielen Fällen nachträglich eingetı
änderungen und auf specielle Eigenthümlichk
einzugehen, wenn auch hie und da letztere
erwähnt werden sollen. Ebenso liegt es ausser
Planes näher auf die in manchen Kalken ma
tretenden kleinsten Organismen einzugehen, o
hältnisse der verschiedenen in einer Formation
Kalke in ihrer Aufeinanderfolge eingehend zu
interessant es auch in manchen Fällen wäre, du
schiedenen Abtheilungen einer Formation hindur
in diesen Verhältnissen sich zeigenden Wechsel

Es dürfte nicht ganz überflüssig sein, eini
Herstellung der zu diesen Untersuchungen verwe
und Dolomit-Präparate zu bemerken, von den
und nach aus allen Formationen und den ver
Lokalitäten gegen 700 anfertigte, und halte i
verpflichtet allen den Herren, welche mich au
suchen in so zuvorkommender Weise mit Materi
sahen, hier meinen herzlichen Dank nochmals au
nehmlich den Herren Gümbel und Zittel, Sandberg
P. Merian, Th. Stutz, Kjerulf und v. Grew
auch nur einige Präparate von verschiedenen
angefertigt hat, weiss auch, wie schwierig es ist,
Fällen dieselben hinlänglich durchsichtig zu sc
einiger Geduld und Uebung gelingt es aber schl
bei allen, selbst die gewöhnliche Schreibekrei
ziemlicher Ausdehnung vollkommen durchsichti
werden. Bei Anfertigung einer grösseren Anza
paraten überzeugt man sich bald, dass Kalke u
um so schwieriger durchsichtig werden, je fein
sind. Sie verhalten sich, wenn sie höchst fein

ähnlich wie Pulver von einem durchsichtigen Körper, das ja auch wie z. B. gepulverter Bergkrystall oder zerriebenes Glas in ziemlich dünnen Schichten undurchsichtig wird.

Die Präparate wurden von fast allen Kalken, sowohl parallel der Schichtung als senkrecht zu derselben hergestellt, um zu sehen, ob nach diesen beiden Richtungen sich Verschiedenheiten in dem mikroskopischen Verhalten zu erkennen gäben. Das letzte Feinschleifen geschah immer in der Art, dass mit einem sehr weichen guten Korke und dem feinsten Schmirgel das aufgekittete Präparat bearbeitet wurde, was zwar ziemlich viel Zeit erfordert, aber bis zur grösstmöglichen Dünne dasselbe herzustellen gestattet. Als eine unerlässliche Bedingung für das Gelingen desselben kann ich das bezeichnen, dass das Präparat rings herum an seinen Rändern von Kanadabalsam umschlossen ist. Hat sich auch nur ein wenig am Rande losgebröckelt, so kann ein auch nur ein paar Mal noch wiederholtes Hin- und Herfahren auf dem Präparate mit dem Korke dasselbe völlig zerstören.

Das fertig geschliffene Präparat wurde nun etwa $^3/_4$ seiner Ausdehnung nach mit Kanadabalsam bedeckt und dann in verdünnte Salzsäure, gelegt. Dadurch ist es möglich die in dieser Säure unlöslichen Bestandtheile hinsichtlich ihrer Vertheilung und Natur besser zu untersuchen, jedenfalls besser als wenn noch das Kalcium- und Magnesiumcarbonat vorhanden ist. Bei Dolomiten und dolomitischen Kalken wurden andere Präparate in dem freigelassenen Theile ausschliesslich mit Essigsäure behandelt. Ausserdem wurden auch noch Stücke der Gesteine ungepulvert in Salzsäure gelöst und der Rückstand mikroskopisch untersucht, um auf diese Weise die Natur desselben in den Gesteinen richtiger ermitteln zu können.

Nach diesen Bemerkungen über das Beobachtungsmaterial wende ich mich nun zu einer kurzen Schilderung des mikro-

skopischen Verhaltens der Kalksteine; Dolomite und dolomitische Gesteine sollen später noch besprochen werden.

Sehen wir zunächst von den eingeschlossenen unlöslichen Massen ganz ab, so überzeugt man sich sehr bald, dass ausnahmslos alle Kalksteine nur aus krystallinischem Kalciumcarbonat bestehen, dass also eigentlich alle Kalksteine körnige Kalksteine sind, dass aber allerdings ein sehr grosser Unterschied hinsichtlich der Grösse der Körner obwaltet. In der Regel sind dieselben in einem und demselben Gesteine von ziemlich gleicher Grösse, selten kommen unter den reinen Kalksteinen bedeutende Grössenunterschiede vor, während bei den dolomitischen Kalken das sehr häufig beobachtet wird. Diese gleiche Grösse schwankt aber in den verschiedenen Kalksteinen ausserordentlich, viel mehr als man bei dem Betrachten derselben mit dem blossen Auge, wobei sie ganz gleichmässig und gleich kryptokrystallinisch erscheinen, vermuthen sollte. Ich habe eine sehr grosse Zahl von Messungen der Körnergrösse vorgenommen und gefunden, dass in den reinen Kalken die Grösse derselben zwischen 0,002 und 0,08 mm schwankt; innerhalb eines und desselben Gesteins sind die Grenzen zwischen maximum und minimum jedoch viel näher gerückt, im Durchschnitte etwa so, dass die grössten Körner die vierfache Grösse der kleinsten erreichen. Die 4 ersten Figuren (Taf. I) zeigen diese Verschiedenheit sehr klar auf einen Blick und bemerke ich dazu, dass dieselben, wie auch die folgenden Figuren auf Taf. I alle genau in $\frac{1}{200}$ der natürlichen Grösse gezeichnet sind, mit Ausnahme von Fig. I[7]) B, die 1000fach vergrössert einen Theil von A zeigt. Die geringste Grösse der Körner

---

7) Zur Untersuchung wurde zur ersten Orientirung eine Vergrösserung von 200, dann stets von 600 angewandt; bei den feinkörnigen nach Umständen selbst noch ein Immersionssystem mit 1000- und 1300-facher Vergrösserung.

findet sich in einigen jurassischen Kalken, z. B. von Basel, Pruntrut, Geisslingen, der schreibenden Kreide, wo sie zwischen 0,0015 und 0,006 schwankt. Schon viel häufiger ist die Grösse von 0,006—0,02, wie sie Fig. 2 (Solenhofer Kalk) darstellt. Solche findet man in allen Formationen, z. B. in Kalken aus dem Silur Norwegens (Etage 4 und 8 Kjerulfs), wie Böhmens und Nordamerikas (Cinncinnati) aus der Trias wie aus dem Jura. Fig. 3 nach einem Präparate eines Kalkes mit Cerat. bipart. aus dem Muschelkalke gibt ein Bild der Kalke mit Körnergrösse von 0,024—0,045. Nr. 4 stellt einen böhmischen Graptolithenkalk dar mit 0,045—0,06 Körnergrösse. Noch etwas grösser bis 0,08 mm sind die Körner eines anderen böhmischen Silurkalkes von Karluv Tyn (Etage Ee). Steigt die Körnergrösse über 0,1, so erscheinen dieselben schon dem blossen Auge und so finden sich ganz allmähliche Uebergänge von den feinsten Kalken bis zu den Marmoren mit Körnergrössen von 1—5 mm.

Bei allen diesen gleichmässig körnigen Kalken beobachtet man noch ein weiteres gleiches Verhalten, nehmlich das, dass die Körner in der Regel nach keiner Richtung hin vorwiegend ausgedehnt sind und kaum je auch nur auf eine kurze Strecke eine geradlinige Begrenzung zeigen, sondern oft auffallend wellige Umrisse erkennen lassen. Ein zweites, was man bemerkt, ist das Fehlen von Zwillingsstreifung auch in den grössten Körnern. Obwohl ich meine Aufmerksamkeit darauf richtete, habe ich doch bei diesen gleichmässig ausgebildeten Kalksteinen nichts davon wahrnehmen können. Dass aber die einzelnen Körner als Krystallindividuen aufzufassen sind, geht aus ihrem Verhalten im polarisirten Lichte hervor, indem man beim Drehen des Präparates deutlich das gleiche optische Verhalten, höchstens durch ein unterliegendes anders orientirtes Korn an einem Theile modificirt erkennen kann. Eine bestimmte Lagerung der Körner oder eine bestimmte gesetzmässige Orientirung

ihrer Schwingungsrichtungen ist durchaus nicht zu bemerken, sie liegen ganz regellos durch einander, so dass beim Drehen des Präparates jeden Augenblick eine andere Stelle dunkel oder hell wird. Selten und meist nur an den Rändern sieht man lebhaftere Interferenzfarben, was ja bei der ungemein starken Doppelbrechung des Kalkspaths und dem regellosen Lagern der Körnchen sehr begreiflich ist. Die Farbe der Kalksteine ist meist durch beigemengte andere Mineralsubstanzen, Schwefelkies, Eisenoxydhydrat, Kohle und die unlöslichen Bestandtheile erzeugt, doch finden sich auch zuweilen gleichmässig schwach bräunlich oder gräulich gefärbte Körner, deren Färbung wohl organischen Ursprung sein dürfte.

Bemerkenswerth ist auch die Thatsache, dass die Structurverhältnisse bei den feinsten Kalksteinen ebenso wie die bei den grobkörnigen Marmorarten sind und nichts von einer Schichtung oder auch nur einer Parallelstructur erkennen lassen. Es sind mir unter allen den zahlreichen Präparaten nur zwei Kalke vorgekommen, bei denen etwas von der letzteren bemerklich ist. Fig. 5 stellt diesen einen Kalk dar, es ist ein der Juraformation angehöriger vom Fläscher Berge bei Ragatz stammender Kalk, das Präparat gibt die Anordnung der Kalkkörner in einem Schliffe senkrecht zur Schichtung, während parallel der Schichtfläche der Kalk ähnlich Fig. 3 erscheint; der andere ist der sog. Lochseitenkalk. Wie schon erwähnt wurde, zeigt die Mehrzahl der Kalke eine ganz gleichmässige Structur und keinen grossen Wechsel in der Grösse der Körner, doch finden sich auch in allen Formationen solche, bei denen stellenweise sehr grosse Krystallkörner neben kleinen liegen. Solche Kalke lassen übrigens meistens schon auch mit dem blossen Auge eine Ungleichmässigkeit ihrer Masse erkennen. Fig. 8 stellt einen solchen Kalk dar (das Präparat stammt von einem norwegischen Silurkalke Etage 7—8 nach Kjerulf von Helgö.

aber genau dieselben Verschiedenheiten kann man auch bei triassischen und Jurakalken beobachten, dieser Kalk ist noch ausgezeichnet durch eine sehr grosse Menge eingestreuter dunkler feinkörniger Kugeln, die mit Säure behandelt meist ein deutliches Quarzkorn zurücklassen, um die sich Kalk und Kohle oder organische Substanz angesetzt hat. An diesem Kalke sieht man auch nicht so gar selten an den grossen Körnern, die auch stellenweise geradlinige Grenzen haben, Zwillingsstreifen, die öfters nicht durch den ganzen Krystall hindurchgehen, sondern wie bei a und b mitten in ihm sich verlieren. Auch sieht man hie und da, wie bei c, eine zweite Zwillingsrichtung; namentlich in den eigentlichen Marmorarten sind dieselben sehr häufig, ja manchmal in allen Körnern wahrnehmbar. Bekanntlich hat v. Inostranzeff auf das Vorkommen oder Fehlen dieser Zwillingsstreifung ein grosses Gewicht gelegt, insoferne, als man daraus Schlüsse auf die mehr dolomitische Natur eines körnigen Kalkes ziehen könne, wenn dieselben einer grösseren Anzahl von Körnern fehlen, da nach ihm die reinen Kalkspathkörner immer Zwillingsstreifung zeigten, die Dolomitkörner aber nicht. Ich werde auf diese Angabe später zurückkommen, wenn ich zuerst die mikroskopischen Beschaffenheit der Dolomite besprochen haben werde und will hier nur noch einiges über diese Zwillingsstreifung und die Marmore beifügen. In den von mir untersuchten Marmoren (sog. Urkalken, aus Maine, Fichtelgebirg, vom Pentelikon, Hymettus, Paros, Carrara) war ausnahmslos eine sehr schön entwickelte Zwillingsstreifung vorhanden, wenn auch in dem einen mehr als in dem andern. In allen zeigte sich auch bald mehr bald weniger deutlich entwickelt eine nach 2, seltener nach 3 Richtungen ausgebildete Zwillingsstreifung. Besonders schön und in keinem einzigen Korne fehlend, erscheint sie in einem Urkalk aus der Gegend von Wunsiedel (Taf. II Fig. 2) und dabei zeigte sich ein bei gewissen Vor-

kommnissen constant wiederkehrendes Verhältniss, nehmlich das, dass das eine System von Streifen als breite Bänder erscheint, das andere als ganz feine Linien. Beide Arten von Lamellen zeigen aber deutlich, dass sie selbst nochmals aus mehreren parallelen Lagen zusammengesetzt sind, und eine häufige Unterbrechung, die breiteren Bänder erscheinen selbst wie durchlöchert. Unmittelbar neben einander liegen aber oft Körner, von denen eines die beiden Systeme in schönster Entwicklung zeigt, das andere kaum eine Andeutung eines zweiten aufzuweisen hat. Meist ganz geradlinig verlaufend findet man doch auch nicht selten etwas wellenförmige Krümmung derselben ihrem ganzen Verlaufe nach.

In anderen Fällen sind sie wieder viel spärlicher entwickelt, z. B. in dem Marmor des Pentelikon (Fig. I Taf. II)[8], hier findet man ziemlich viele Körner, in denen keine Zwillingslamellen zu beobachten sind, daneben andere mit zwei Systemen, oder auch nur einem, aber nur einzelne oft nicht einmal das ganze Korn durchsetzende Bänder, die ebenfalls wie zerfetzt und ausgefressen an den Rändern erscheinen. Es scheinen jedoch diese Verhältnisse in einem und demselben Gesteine etwas zu schwanken, so dass verschiedene Präparate von einem solchen auch ein etwas verschiedenes Verhalten zeigen.

Ich komme nun zu dem Verhalten der Dolomite unter dem Mikroskope. Wie bekannt zeichnet die Dolomite vor den Kalken das aus, dass sie viel häufiger eine deutliche, schon mit blossem Auge wahrnehmbare krystallinische Ausbildung erkennen lassen, als die Kalksteine. Selbst da, wo sie unmittelbar neben einander in derselben Formation auftraten, wie in der Juraformation, sind die Dolomite deutlich

8) In Fig. 1 und 2 ist die Figur gezeichnet, wie bei gekreuzten Nicols das Präparat sich zeigt.

krystallinisch, die Kalke nicht. Es finden sich aber ebenso grosse Massen von Dolomiten, welche scheinbar ebenso unkrystallinisch und dicht erscheinen wie die Kalksteine, namentlich die triassischen Dolomite der Alpen sind mit dem blossen Auge oft nicht von Kalksteinen zu unterscheiden. Ebenso kann auch das Auge bei den meisten gröber krystallinischen Massen Marmor und Dolomit nicht von einander sondern.

Betrachten wir nun die scheinbar unkrystallinischen Dolomite unter dem Mikroskope, so werden wir auch hier keinen Unterschied von den Kalken gewahr, sie verhalten sich genau wie die Kalksteine, sowohl was die Form, als was die Grösse der Körner anbelangt. Dolomite aus den Alpen (z. B. der Hauptdolomit von Farchand) haben so ausserordentlich feine Körner, wie sie nur irgend ein Kalk aufweist, von nur 0,002—0,006 mm und von grosser Gleichmässigkeit; ebenso steigt allmählich die Grösse in den verschiedenen Gesteinen, wie beim Kalk; unter den Röthidolomiten finden sich z. B. solche, welche genau die Feinheit des Solenhofer Kalkes besitzen, eine Körnergrösse von 0,006—0,005 mm. Auch die Umrisse der Körner sind genau dieselben, so dass Fig. 2 Taf. I ebenso genau die Verhältnisse des Solenhofer Kalkes wie eines Röthi aus dem Erstfelder Thale oder eines Hauptdolomits vom Gilt-Nota vom Garda-See wiedergibt.

Gerade so wie bei den Kalksteinen kommen auch bei den Dolomiten solche vor, die grosse und kleine Körner neben einander besitzen, so dass auch in dieser Beziehung kein Unterschied ist. So stellt Fig. 6 Taf. I einen Dolomit vom Herzogenstand dar, der denselben Typus wie der Silurkalk Nr. 8 derselben Tafel erkennen lässt. Auch wie bei den Kalken kommen dann sehr feinkörnigen Marmorarten entsprechende vor, z. B. der Mendeladolomit (Fig. 7 Taf. I), denen sich dann die den grobkörnigeren Marmoren ähnlichen,

wie die Dolomite von Campo longo und vom Binnenthal anschliessen. An diesen grobkörnigen Varietäten macht sich nun allerdings ein auffallender Unterschied gegenüber den grobkörnigen Kalken bemerkbar, nehmlich der, dass die Kalksteine, wenn die Grösse der Körner über ½ mm steigt, fast alle Zwillingsstreifung zeigen, jedenfalls in den meisten Körnern, die Dolomite gar nicht, oder so selten, dass man vielleicht kaum auf je 100 Körner eines findet, welches Zwillingsstreifung oder Zwillingslamellen erkennen lässt. So sind z. B. die Dolomite vom Binnenthal und Campo longo sehr arm daran und man darf oft länger suchen, bis man ein Korn mit derselben findet.

Wir haben schon oben S. 567 der Annahme von Inostranzeff Erwähnung gethan, nach welcher in den Dolomiten und dolomitischen Kalken das Vorhandensein von zahlreicheren Körnern mit Zwillingsstreifung auf eine grössere Menge von Kalkspath in diesen Gesteinen schliessen lasse, indem nach ihm reiner Dolomit stets ohne Zwillingsstreifung, reiner Kalk stets mit Zwillingsstreifung auftrete. Dolomitische körnige Kalke seien daher auch immer ein Gemenge von reinen Kalkspath- und reinen Dolomitkörnern.

Man hat auf diese Beobachtungen v. Inostranzeff hin, die er an russischen körnigen Kalksteinen anstellte, dieses Auftreten und Fehlen von Zwillingsstreifen als charakteristisches Merkmal zur Unterscheidung von Kalkspath und Dolomitspath in dolomitischen Gesteinen überhaupt angenommen. Nach den vorliegenden Untersuchungen mögen sich die v. Inostranzeff untersuchten Gesteine so verhalten, aber nach meinen Untersuchungen würde man häufig sehr falsch schliessen, wenn man darnach die chemische Natur eines Gesteines nach der Zwillingsstreifung bestimmen wollte. Vor Allem möchte ich daran erinnern, dass überhaupt die Zwillingsstreifung erst bei einer ziemlich beträchtlichen Körnergrösse auftritt. Die Grenze der Grösse, über welcher

sie sich zeigt, und unter welcher sie fehlt, möchte ich noch nicht bestimmen, aber immerhin kann ich doch sagen, dass bei dolomitischen Kalksteinen, wie wir sie ja in unserem Jura von allen möglichen Verhältnissen zwischen reinem Kalke und Dolomite haben, mir noch keine Zwillingsstreifung vorgekommen ist, obwohl von den aderförmigen grobkörnigeren Parthien abgesehen, Körner bis zu 0,25 mm sich in denselben finden.

Auch scheint in den ganz grobkörnigen Massen doch das Verhältniss der gestreiften zu den ungestreiften Körnern nicht immer im Verhältniss zu dem Kalcium- und Magnesiumgehalt zu stehen, und führe ich zum Belege dafür nur den Marmor vom Pentelikon an, der nur 3 pC. Magnesiumcarbonat und (Fig. 1 Taf. II) doch ziemlich viel Körner ohne Zwillingsstreifung enthält, während auf der anderen Seite der körnige Kalk von Wunsiedel mit 16% Magnesiumcarbonat in allen Körnern ausgezeichnet die Zwillingsstreifung erkennen lässt.

Es möchte daher nach den bis jetzt vorliegenden Untersuchungen mit Sicherheit aus der Zwillingsstreifung, wo man sie beobachtet, nicht mehr zu erschliessen sein, als dass ein grobkörniges Gestein, welches sie enthält, Kalkspathkörner besitze und ein desgleichen grobkörniges, welches gar keine Zwillingsstreifung aufweist, Dolomit sei; bei feinkörnigen Gesteinen dagegen dürfte kaum ein Schluss auf die chemische Zusammensetzung desselben darnach zu ziehen sein. Ob nun das einzelne Korn schon die Zusammensetzung des ganzen Gesteines besitze, das ist eine Frage, die aus den vorliegenden Beobachtungen sich schwerlich wird entscheiden lassen. Auch wenn man die Schlüsse v. Inostranzeff's verwirft, dass die dolomitischen Kalksteine aus Körnern von reinem Kalciumcarbonat und reinem Dolomit bestehen, braucht man deswegen noch nicht alle Körner gleichmässig chemisch zusammengesetzt anzunehmen. Das eine kann so,

das andere so zusammengesetzt sein, eines meh
weniger dem Normaldolomit sich nähern. Ja
nichts, was die Annahme verböte, dass selbs
demselben Korne stellenweise bald mehr b
Magnesium das Kalcium vertritt. Leider besit
kein Mittel, aus einem Gemenge von Kalk und
letzteren auszuziehen. Ich habe auch diesen W
Versuche über das Verhalten von Essigsäu
Dolomit und Magnesit angestellt, indem ich thei
derselben, theils Pulver bei einer Temperatu
mit Essigsäure behandelte. Die gewonnenen Res
ganz im Einklang mit den auch von Haushofer
Auch ganz reiner krystallinischer Magnesit wird
Essigsäure in der Kälte bei längerer Einwirku
ebenso krystallisirter Dolomit, allerdings viel l
reiner Kalkspath, aber eine Trennung des D
letzterem ist durch Essigsäure nicht möglich.
Versuchen mit Dolomit ergab sich an Dünnschlif
geklebt und zur Hälfte mit Kanadabalsam überd
dünnter Essigsäure kurz gelegen hatten, folgendes
Verhalten: Die in grosser Menge in dem Gestein
stein) gelegenen wohl ausgebildeten Rhombo
nehmlich nach kurzem Liegen in der Essigsäure
würdige Zerstörungen, von denen Taf. II Fig. 4
stellt. Die Rhomboëder zeigten sich nemlich
fressen, bald in der Mitte, bald von einer Seite
regelmässig in ihren Resten und bei stärkerer V
zeigte sich auch der (schattirte) Rest wieder
sehr vielen feinen Lücken. Diese ungleiche u
mässige Widerstandskraft gegen das Lösungsm
wohl auch für eine Ungleichheit in der Zusan
der kleinen Rhomboëder in ihren verschiedenen
sprechen.

Es erübrigt nur noch, einige Worte über

säure unlöslichen Bestandtheile der Kalke und Dolomite beizufügen.

Mit dem blossen Auge betrachtet stellen dieselben meist eine graue, oder rostfarbige lehmartige Masse dar, in der man nicht sehr selten feine Glimmerblättchen, oder ein dem Glimmer ähnliches Mineral erkennen kann. Von manchen erscheint dieselbe auch vollkommen schwarz wie Russ oder auch braun, wie Kaffeesatz. Unter dem Mikroskop kann man nun deutlich Glimmer, auch Talk zuweilen erkennen, ebenso Quarzkörner bis zu einer Grösse von 0,3 mm. Die letzteren kann man sehr oft schon in dem fein geschliffenen Kalkpräparate mit blossem Auge erkennen, wenn man das geschliffene und noch nicht aufgekittete Präparat sehr schief gegen das Licht, besonders Lampenlicht, hält, die Quarzsplitterchen, die glänzend und wie polirt erscheinen, funkeln wie Nadelspitzen auf dem mehr matten Kalke. Sie sind meistens unregelmässig contourirt, eckig, häufig auch länglich splittrig. Merkwürdiger Weise habe ich in einem Kalke, dem sog. Schaumkalke aus der Würzburger Trias, eine sehr grosse Menge ringsum ausgebildeter Quarzkryställchen beobachtet, die sich in jedem Stück dieses Kalkes, das ich untersuchte, finden und wohl die kleinsten Quarzkryställchen sein dürften, welche bis jetzt beobachtet wurden, indem sie sehr oft nur eine Breite von 0,003 und eine Länge von 0,01 mm besitzen. Obwohl ich, nachdem ich sie hier gefunden, eine ganze Reihe anderer triassischer Kalke untersuchte, konnte ich sie doch in keinem wieder finden, ebensowenig in irgend einem anderen. Ich gestehe, dass mich das massenhafte Auftreten dieser Kryställchen in dem in Salzsäure unlöslichen Rückstande so frappirte, dass ich die Vermuthung hegte, sie hätten sich erst neu gebildet, da ich das ungepulverte Stück Kalk längere Zeit mit der Säure hatte stehen lassen; ich überzeugte mich jedoch bald, dass dies nicht der Fall sein könne, und dass es auch nicht ein anderes

Mineral, das dem Quarze ähnlich sei, wäre, indem mit kochender Salpetersäure behandeltes gröbliches Pulver und selbst nachdem der dann gebliebene Rückstand noch mit Schwefelsäure gekocht wurde, sich ebenso zeigte, wie wenn man das Gestein nur mit Essigsäure behandelt, auch das optische Verhalten entspricht dem des Quarzes. Die genannten Mineralien sind die einzigen, die mit Sicherheit in den unlöslichen Bestandtheilen der Kalksteine sich vorfanden. Trotz eifrigen Suchens durch Kunste ich die Anwesenheit von Feldspathfragmenten nicht constatiren. Bei der Untersuchung im polarisirten Lichte und gebrannte Nicols überzeugt man sich, dass ein grosser Theil der unlösbaren sehr feinkörnigen Masse nicht polarisirend wirkt, wenn auch eine grosse Zahl feiner polarisirender Splitterchen und Körnchen stets vorhanden ist. Das spricht dafür, dass ein grosser Theil dieser unlöslichen Masse nicht einem bestimmten Mineral angehöre, sondern ein Gemenge sowohl nicht mehr polarisirender Mineralien oder amorpher Bildungen. Es ist der Vermutung hervorzuheben, dass [illegible] Nr. 2 einen [illegible] Fall, 3 den unlöslichen Rückstand von dem Kalke aus der Umgebung des Tunnels, [illegible] enthält sich eine etwas größere Zahl von kompakten Splittern als jene Nr. 2 [illegible], [illegible] ein größerer [illegible] Körnchen, die [illegible] aber [illegible] Nr. 2.

[illegible]

Manchmal glaubt man selbst ganz bestimmte Formen, Algen ähnlich, vor sich zu haben, doch treten dieselben so wenig anhaltend und constant in ihren Formen auf, dass man durchaus nichts Sicheres darüber aussagen kann. Trotzdem, dass ich eine sehr grosse Zahl von Präparaten horizontal wie senkrecht zur Schichtfläche von diesen Kalken, besonders von dem an diesen schwarzen zellenähnlichen Massen reichsten Kalkstein von Oksna, (Et. 1 Kjerulf) herstellte, gelang es doch nie, irgend einen Anhaltspunkt zu gewinnen, um auch nur auf irgend eine bestimmte Klasse diese Reste zurückzuführen.

Von einiger Wichtigkeit ist auch noch die Frage nach der Vertheilung dieser unlöslichen Massen im Gesteine. Selbstverständlich kann dieselbe nur an Dünnschliffen untersucht werden, und ich füge gleich hinzu, dass dieselben ganz besonders dünn sein müssen, um dieselbe erkennen zu lassen. In manchen Fällen gibt auch noch das theilweise Aetzen des Präparates oder das vollständige Entfernen der löslichen Bestandtheile, wenn man den Dünnschliff mit verdünnten stärkeren Säuren behandelt, darüber guten Aufschluss. In letzterem Falle ist es gut, wenn man, nachdem das Präparat aus der Säure genommen und sehr behutsam abgespült wurde, dasselbe nicht mit Kanadabalsam bedeckt, weil selbst bei sanftem Andrücken des Deckgläschens die natürliche Lage der ungelöst zurückgebliebenen Theile gestört wird, und die feinsten Körnchen scheinbar ganz verschwinden, indem sie in den Balsam eingebettet kaum mehr erkannt werden können.

Man kann sich auf diese Weise bald überzeugen, dass bei allen Kalken, bei denen nicht eine besondere Structur ausgebildet ist, (wie bei den Rogensteinen und ähnlichen) also bei der weit aus überwiegenden Mehrzahl auch die unlöslichen unorganischen Bestandtheile keine besondere Vertheilung erkennen lassen, sondern ganz gleichmässig

durch das Gestein sich vertheilt zeigen, so dass
dem Aetzen der Kalke nichts einer Schichtung
ferung ähnliches wahrgenommen wird, mit Au
beiden oben S. 566 schon erwähnten Kalke. A
löslichen Bestandtheile lassen durchaus keine a
hältnisse auf dem Querschliff eines Gesteines, a
Längsschliffe erkennen. Je dünner man ein Präpa
desto besser überzeugt man sich davon, dass
zwischen den einzelnen Kalkspathkörnern,
denselben die Körnchen und Splitterchen der
Bestandtheile eingeschlossen sind. Uebrigens soll
gesagt sein, dass nicht hie und da stellenweise
von dieser Masse sich findet, namentlich gilt
wohl grösstentheils kohlenartigen Massen, die
vielen Kalken einstellen. Diese finden sich oft
zusammen und in einer Weise, die durchaus ni
organische Structur erinnert. Auch wenn nicl
diesen letzteren vorhanden ist, wird häufig bei
mit einem hohen Gehalt an unlöslichen Bestand
Aussehen desselben unter dem Mikroskope so
ändert, wenn man den Kalk durch Säuren wegı
man erst bei gekreuzten Nicols durch das Fehlen
brechenden Substanz deutlich den Unterschied d
und nicht geätzten Hälfte des Präparates ge
Gerade die schwarzen kohligen Massen treten
ätzten Stellen besonders deutlich hervor, und
sich da sehr gut überzeugen, wie in manchen E
schwarzen Stäubchen ganz gleichmässig sich vert
dazwischen aber auch gröbere Stücke, bräun
scheinend in Streifen und Maschen, manchm
aderförmiger Vertheilung, durch das Gestein sicl
ziehen.

Einer der am leichtesten erkennbaren Be
ist der Glaukonit, der in Körnern bis zu 1,5

besonders häufig in alpinen Kalken der unteren Kreide sich findet, prächtig smaragdgrün, auch in einigen Kalken der Lettenkohle, wo ihn zuerst v. Schauroth in der Thüringer Trias, Sandberger in Franken nachgewiesen hat. Er polarisirt das Licht stark, scheint aber auch in den kleinsten Körnern aus einer Menge von noch viel feineren zusammengesetzt, denn nie wird ein solches Korn bei gekreuzten Nicols ganz dunkel, man mag das Präparat drehen, wie man will.

Die Grösse der die unlöslichen Bestandtheile bildenden Körner und Körnchen ist eine sehr verschiedene, aber meist eine geringere, als die der feinsten Kalkkörner. Vorherrschend sind in den meisten Kalken Körnchen, welche zwischen 0,001 und 0,004 mm besitzen. In manchen Kalken findet man nur sehr spärlich grössere, 0,006—0,01 mm gross, in anderen sind dagegen gröbere Quarzkörnchen von 0,1 bis selbst 0,2 Grösse häufig; das letztere gilt für einige der ältesten Silurkalke Süd-Norwegens, aber ebenso auch für Kalke, welche der alpinen Kreide angehören. Immerhin sind diese unlöslichen Massen verglichen mit dem feinen Schlamme unserer Flüsse grob zu nennen. Es gibt sich dies noch besser als aus Messungen, die immer nur an einzelnen Körnern vorgenommen werden können und bei den Grössenverhältnissen, mit welchen wir es hier zu thun haben, kein sicheres Resultat mehr geben, aus dem Verhalten der aus nicht gepulverten Gesteinsstücken erhaltenen unlöslichen Bestandtheile, wenn wir sie mit Wasser durch einander schütteln. Nimmt man einen etwas höheren und engeren Glascylinder und stellt denselben nach dem Schütteln und gleichmässigen Vertheilen dieser Bestandtheile durch die ganze Flüssigkeitssäule ruhig hin, so genügen schon 1—2 Stunden, um in einem 24 cm hohen Cylinder die Flüssigkeit bis zu dem den Boden $2^1/_2$ cm bedeckenden Bodensatz fast vollständig klar erscheinen zu lassen, während

bei Hochwasser aus unseren Flüssen geschöp
Wochen braucht, um sich zu klären. Taf. II F
bei gleicher Vergrösserung das Aussehen dieser
geätzten Kalken, Fig. VI von Solenhofer Ka
Kalk der unteren Kreide von Seelisberg. Di
grösseren punktirten Körner (Fig. VI a, a) g
Glaukonit an, die helleren sind Quarz, um d
sind häufig ganz dunkle undurchsichtige feine K
eine Einfassung desselben angehäuft; es dürften
nische Massen sein. Sehr grosse Aehnlichkeit
löslichen Bestandtheilen der meisten Kalke ha
Tiefseeschlamm nach Behandlung mit Salzsä
bleibenden, wie sie Fig. VII darstellt, die einer
der Fidschi-Inseln aus einer Tiefe von 4755 mm er
Schlammprobe nachgebildet ist, welche ich d
Herrn Oberbergraths Dr. Gümbel verdanke. A
finden sich ausser mancherlei organischen R
Diatomeen, Kieselnadeln etc. noch deutliche Fra
Quarz, zum Theil mit sehr scharfen Ecken u
Eine Probe von Rheinschlamm, die schwebend
theile von Wasser während eines Hochwassers i
von Herrn Geheimrath v. Rath in Bonn geschö
nur aus den allerfeinsten, Molekularbewegung
Staubtheilchen. Dagegen enthielt eine Probe v
aus der Tamina bei Ragatz von mir im vori
nach heftigen aber kurz dauernden Regengüsse
neben wenig sehr feinen Staubmassen ebenfa
Körner von Schiefer und Quarz, sie verhielt sic
sichtlich der raschen Klärung ganz ähnlich den
Bestandtheilen der meisten Kalksteine, indem
genau in derselben Zeit, in 2 Stunden fast völ
worden war, als sie in demselben Cylinder und
Mengenverhältnisse von den festen Bestandtheilen
sich selbst überlassen wurde.

Ganz dasselbe, was hier über die unlöslichen Bestandtheile der Kalksteine erwähnt wurde, gilt auch für die Dolomite. Auch in diesen findet man dieselben Bestandtheile und auch dieselbe Art der Vertheilung, so dass weder hinsichtlich der chemischen Zusammensetzung noch der mikroskopischen Beschaffenheit eine Verschiedenheit von durchgreifender Bedeutung sich nachweisen lässt. In beiden Gesteinen und in den Zwischengliedern zwischen ihnen findet man das gleiche Schwanken der einzelnen Bestandtheile und ebenso auch von deutlich erkennbaren Mineralien nur Quarz und Glimmer oder dem Glimmer nahe stehende Blättchen, deren Natur sich nicht näher bestimmen lässt.

Wenn man versucht, aus der Bauschanalyse der unlöslichen Bestandtheile ihren mineralogischen Charakter zu bestimmen, so überzeugt man sich bald, dass alle Anhaltspunkte zu derartigen Rechnungen fehlen und dass man zu keinem anderen Resultate gelangt, als dem mit der mikroskopischen Untersuchung dieser Massen im polarisirten Lichte übereinstimmenden, wornach ein grosser Theil dieser Massen Reste von zersetzten Silicaten darstellt, die zum Theil eine sehr auffallende Zusammensetzung haben müssen, wie sie sonst an solchen in grösserer Menge abgelagerten Zersetzungsprodukten nicht beobachtet worden ist. Ich möchte in dieser Beziehung nur auf eine dieser Analysen, nehmlich Nr. IX S. 557 hinweisen, welche die unlöslichen Bestandtheile des Schaumkalkes betrifft. Wir finden, dass in denselben 32,3 Kieselsäure enthalten sind, also noch nicht einmal $^1/_3$ der Gesammtmasse. Nun ist aber ausserdem keine andere Säure vorhanden, ebenso auch kein Bestandtheil, welcher für sich in Säuren unlöslich wäre, sondern nur Thonerde, Eisenoxyd, Kali und Natron. Wir müssen daher entnehmen, dass wir es mit Silicaten dieser Stoffe zu thun haben. Das Mikroskop zeigt uns aber auch noch freie Kieselsäure, als Quarz vorhanden an, so dass demnach nicht

einmal 30 pC. Kieselsäure zur Bindung jene
sind. Um das Auffallende zu erhöhen, ist no
sehr grosser Gehalt von Kali und Natron, nehmli
zusammen, vorhanden. Wir kennen kein Silik
ähnliche Zusammensetzung zukäme, so dass wir
genöthigt sind, anzunehmen, dass ein Theil
lichen Massen ein theilweise ausgelaugter Rest
Kali- und Natronsilicat enthaltenden Mineral s
ein anderer vielleicht als eine Neubildung anz
hervorgegangen aus der Zerstörung anderer Min
im amorphen Zustande. Vielleicht gelingt es, d
eingerichtete Schlämmapparate mechanisch solche
artige Substanzen von einander zu sondern und
gesonderte Analyse etwas mehr Licht über ihr
setzung zu erhalten, als wir bis jetzt haben.

Ehe ich daran gehe zu erörtern, ob und
vorliegenden Untersuchungen über die Bescha
Kalke sich für die Frage nach ihrer Entstehu
verwerthen lassen, möchte ich nur noch mit ein
der oolithischen Kalksteine gedenken. Dass diese
chen, wie sie in den Erbsensteinen und Rogen
liegen, keine organischen Bildungen seien, ist
kannt; es sind die kleineren Kugeln sehr häufig,
immer aus einzelnen concentrischen Lagen auf
häufig, aber durchaus nicht immer ein Korn
Kalkstein, sei es von einer anderen Art, einsch
sich succesive um dasselbe herumgelegt haben.
der Kugeln wechselt von der Grösse eines mm
Erbsengrösse. Diese kugelige Structur erkennt
mit blossem Auge bei allen oolithischen Kalke
nun auch Kalke beobachtet, bei denen das blosse
Spur dieser Structur erkennen kann, wo sie aber
dem Mikroskope sehr deutlich nachweisbar ist
sonders schön ist sie an dem Korallenkalke de

Jura von Stein bei Basel entwickelt. Dieser Kalk erscheint fast rein weiss, vollkommen homogen und dicht und dennoch besteht er aus lauter sehr kleinen, 0,1—0,2 mm grossen, kugeligen, häufig auch ellipsoidischen Körperchen, die ganz gleichmässig aus den feinsten, durchschnittlich nur 0,001 mm grossen Kalkspathkörnchen gebildet sind (Fig. 8 Taf. II), nicht sehr oft ebenfalls concentrische Lagen erkennen lassen und zwischen sich grössere Krystallkörner, welche alle Zwischenräume zwischen ihnen ausfüllen.

Aehnlich feinkörnige aber viel kleinere Kugeln (0,05 mm) erhielt ich zuweilen, als ich eine Chlorkalciumlösung und Natriumcarbonat mit einander in einem Glastroge der Diffusion überliess; in anderen Fällen bildete sich aber keine solche, ohne dass ich einen Grund für dieses abweichende Verhalten angeben könnte. Jedenfalls sehen wir, dass eine Aneinanderlagerung kleinster Kalktheilchen zu kugeligen Massen ohne alle organischen Einflüsse vor sich gehen kann.

Ich komme nun zu der Frage, ob die mitgetheilten Untersuchungen sich irgendwie verwerthen lassen für die Theorie der Bildung der Kalksteine und Dolomite. Sehen wir zunächst von den letzteren ab, so können wir es wohl als eine unbestrittene Thatsache hinstellen, dass fast alle Geologen, welche sich über die Bildung der Kalksteine, namentlich der wohlgeschichteten marinen ausgesprochen haben, für dieselben einen organischen Ursprung annehmen, seine Abscheidung aus dem Meerwasser durch die Thätigkeit der kleinsten Organismen erfolgt erklären. Hatte man früher, besonders durch Ehrenbergs Untersuchungen der Kreide veranlasst, Foraminiferen diese kalkabsondernde Rolle zugewiesen, so sind es neuerdings die Kokkolithen, denen man eine noch grössere Wichtigkeit in dieser Beziehung zuschreibt.

Gibt nun die mikroskopische Untersuchung der Kalksteine dieser Theorie eine neue Stütze oder nicht?

Eine unbefangene Betrachtung auch nur v
Dünnschliffe von Kalksteinen wird sofort Jede
zeugung verschaffen, dass von einer Unterst
Theorie durch die mikroskopische Untersuchun
sein kann. Sehen wir von den Kalken, welch
Korn besitzen, ab (und das ist entschieden d
der Kalksteine), so zeigen uns die übrigen
sonderte grössere Krystallkörner, die auch nic
von organischen Formen aufweisen. In andere
neben diesen nun allerdings wohl erhaltene or
bilde, Foraminiferen namentlich in grösserer
selbst in der Kreide sind sie der Menge nac
über die unorganischen Kalkmassen vorherrsch
lithen aber sind in den eigentlichen Kalkstein
schiedenheit kaum je nachzuweisen. Mit A
Kreide ist es mir in keinem Kalksteine gelu
erkennen. Man glaubt wohl hie und da einmal
körnigsten Kalken etwas zu sehen, was ein
defektes oder auch sonst zerbrochenes derar
sein könnte, aber, wie gesagt, eine zweifello
bekommt man nie. Nun kommt ja noch hinzu
wechselnden Umständen in künstlich erzeugten
schlägen den Kokkolithen in der Form und
ähnliche Bildungen entstehen[9]), so dass man in
Fällen, wo man solche besser ausgebildete Kok
sich zu haben glaubt, immer noch dem Zweifel
kann, ob man es hier mit einem organische
thun habe.

Von Seiten derer, welche die organische
aller Kalke behaupten, wird nun allerdings eing

---

9) Man vergleiche z. B. die Formen, welche Ha
Recherches de Morphologie synthétique, Pl. I Fig. 1 D, F
Fig. 13, gegeben hat.

Fehlen dieser kleinsten Organismen in den meisten Kalksteinen beweise nichts; diese Gesteine seien sämmtlich verändert, die feinen Kokkolithen seien zu grösseren Kalkkörnern durch das Wasser, welches die Gesteine durchdrang, umgewandelt worden. Nun lässt sich ja in der Thát die Möglichkeit einer derartigen Umwandlung nicht läugnen, aber ebensowenig, dass damit nicht der geringste Beweis dafür beigebracht ist, dass dieselbe auch bei allen Kalken wirklich Statt gefunden habe. Thatsächliches, was diese Umwandlung bewiese, lässt sich auch gar nichts anführen, es ist die Behauptung derselben lediglich zu Gunsten der Theorie ersonnen, und die Theorie selbst wiederum nur aufgestellt, um den Schwierigkeiten zu entgehen, welche die Annahme einer Abscheidung des Kalkes in anderer Weise uns bereiten. Wohl lässt sich nun aber Manches anführen, was gegen eine derartige Umwandlung spricht, zunächst das, dass in vielen Kalken eben doch die zartesten Organismen, die kleinsten Foraminiferen ganz ausgezeichnet erhalten sind und zwar eingebettet in Kalken von einer Beschaffenheit und von einer Grösse der Körner, die genau derjenigen entspricht, welche jene angeblich umgewandelten aus Kokkolithen entstandene Kalke besitzen. So geräth man dann in der That in eine Stellung zwischen Scylla und Charybdis. Findet man in einem Kalke wie Fig. 3 Taf. I deutliche Foraminiferen, aber keine Kokkolithen neben grossen Körnern, so verlangt das Fehlen der letzteren der Theorie zu liebe, dass man den Kalk als umgewandelt annehme, das Vorhandensein der Foraminiferen verbietet dieses aber wieder; denn dass constant die Umwandlung die Kokkolithen zerstört, aber die Foraminiferen verschont habe, das anzunehmen möchte doch Jedem als eine wunderliche Zumuthung erscheinen. Es bieten nun aber auch noch die chemischen Verhältnisse der Kalksteine Verhältnisse dar, welche der Theorie ihrer Entstehung durch organische Wesen

nichts weniger als günstig sind. Es ist der Magnesiag
der Kalksteine, den wir meinen und der beständige We
desselben in den verschiedenen Formationen und i
Unterabtheilungen. Sehen wir z. B. die fränkische
an, so zeigen uns die Analysen Nr. XIII—XX S. 556
unten nach oben die Hauptunterabtheilungen der ob
Anhydritgruppe und des Hauptmuschelkalkes, von
Terebratelbank bis zum Trigonodusdolomit Sandberger
fassend, wie in diesen 87 Meter mächtigen höchst u
mässig auf einander folgenden Schichten von Kalken, u
brochen von Mergeln und Schieferthonen, ein beständ
aber höchst unregelmässiger Wechsel des Magnesiumgeh
eintritt; es beträgt nehmlich von unten nach oben in
verschiedenen Abtheilungen der Gehalt an Magnesiumcarb
in Procenten:

0,48 — 7,89 — 13,75 — 0,14 — 2,38 — 2,00 — 1,80 — 27,

Wir müssen diesen Magnesiagehalt in den Kalken u
diesen Umständen und bei den Lagerungsverhältnissen d
Schichten nothwendig als einen ursprünglichen, d. h. a
bei der Ablagerung der Gesteine in ihnen vorhand
annehmen. Nur ist ja bekannt, dass ein geringer Ma
siumgehalt in den von Organismen abgesonderten K
massen allerdings vorkommt, aber nie finden wir
gar 15 und 27 Procent Magnesiumcarbonat in dense
Für alle diese Gesteine ist daher von vorneherein die
nahme ausgeschlossen, dass sie durch organische Wesen
gesetzt worden seien. In noch viel höherem Grade
dies für die Dolomite, bei denen ja von einer solchen E
stehung gar keine Rede sein kann. Selbst wenn wir
metamorphische Entstehung vieler Dolomite zugeste
bleibt doch immer eine sehr beträchtliche Masse derel
namentlich die grosse Menge der wohlgeschichteten tra
schen Dolomite in den Alpen noch übrig, für welche we
eine organische noch eine metamorphische Bildung an

nommen werden kann, für die wir vielmehr nur eine ursprüngliche Ablagerung mit ihrer jetzigen chemischen Zusammensetzung annehmen können.

Wenn dem aber so ist, und wenn, wie wir oben zeigten, die mikroskopische Untersuchung dieser Dolomite gar keinen Unterschied zwischen ihnen und den Kalksteinen erkennen lässt, warum will man dann, um einer vermeintlichen Schwierigkeit willen, die der anorganischen Bildung der Kalksteine entgegensteht, eine durch keine Thatsache zu unterstützende Theorie für letztere aufrecht erhalten, die genau in derselben Weise bei jenen Dolomiten wiederkehrt, und durch jene Kalktheorie doch in keiner Weise beseitigt werden kann, ja im Grunde bei allen nicht als mechanische Bildungen sich zu erkennen gebenden Gesteinen, deren Absatz im Wasser wir doch deutlich beweisen können, stets wiederkehrt?

Dass übrigens auch die Structurverhältnisse der Kalke der Annahme einer Umwandlung derselben nicht besonders günstig sind, geht auch aus Versuchen über den Absatz von Kalk auf künstlichem Wege hervor, deren ich noch kurz Erwähnung thun will, weil sie, obwohl im Ganzen wenig Aufschluss über die Kalkbildung im Meere bietend, doch nicht ganz ohne Interesse sind. Ich habe schon erwähnt, dass wenn man auch sehr rasch aus einer Auflösung eines Kalksalzes Kalciumcarbonat bei gewöhnlicher Temperatur fällt, der Niederschlag immer krystallinisch ist und meist etwas rundliche Körner bildet, die jedoch gewöhnlich noch die zu Grunde liegende Rhomboïdenform verrathen. Lässt man durch langsame Diffusion eines Kalksalzes und etwa kohlensauren Natriums den Kalkniederschlag sich bilden, so beobachtet man etwas wechselnde Erscheinungen, je nachdem das Gefäss für die Diffusion länger oder kürzer, seichter oder tiefer ist, die ich hier nicht ausführlicher zu schildern beabsichtige. Hat man die diffundirenden Lösungen

in Kölbchen eingeschlossen, die nur durch ein
röhre der Lösung die Diffusion gestattet, so l
auch wenn man die Kölbchen umgekehrt, so d
nung der Glasröhre auf dem Boden des Diff
aufsteht, nach einiger Zeit, dass sich die Obe
Wassers, in welches die Diffusion von den beid
gesetzten Enden des länglichen Gefässes Statt
und einen feinen bald gleichmässig die Obe
deckenden und nicht zu Boden sinkenden Ueb
Lässt man diesen Process etwa 8 Tage fortg
die Oberfläche noch immer mit diesem Ueberzu
und wenn man (mit einem Pinsel am besten) Th
wegnimmt und auf einen Objectträger bringt, s
dass derselbe spiegelnde ebene Blättchen bilde
dem Mikroskope auffallend ähnlich manchen
zeigen, auch in der Grösse der Körner mit ih
stimmen, besonders mit Kalken von mittlerer F
von 0,03—0,05 mm Grösse. Merkwürdig war n
dass auch die Umrisse der einzelnen Körner die
auffallend wellig und buchtig, sehr selten nur
geradlinig, sich zeigten, ganz ähnlich der Fig.

Auch beim langsamen Verdampfen von au
Tropfsteinmassen aus der Gailenreuther Höhle
gleichfalls solche mit unregelmässigen wellige
versehene Körner. Es zeigt uns das wenigstens
auch wenn sich Kalk, sei es durch Fällung,
Verdunstung, absetzt, die dadurch erhaltene
durchaus nicht regelmässige Formen annehmen
dass daher die rundlichen und welligen Umriss
in vielen Kalksteinen sehr gut mit der Annahm
satzes derselben ohne Zuthun von organischen
ohne eine spätere Umwandlung zu vereinigen

Räthselhaft bleibt deswegen die Art un
Absatzes der Kalke und der Dolomite immer

räthselhafter, wenn wir einen so beträchtlichen Wechsel in der Zusammensetzung der auf einander folgenden Gesteine sehen, wie er sich selbst an einer Lokalität bei einer so wenig mächtigen Schichtenreihe wie die fränkische Trias bemerklich macht, ja, wie wir oben S. 561 sahen, selbst in ein und derselben Schichte an wenig weit von einander entfernten Punkten derselben, und wenn wir uns dabei noch sagen müssen, dass das Alles, so zu sagen, aus einem ununterbrochen gefüllt gebliebenen Topfe, dem Meere, sich nach und nach abgesetzt hat. Wir müssen die Lösung auch dieser Räthsel künftigen Forschungen überlassen.

Wenn wir demnach auch über die Art und Weise, wie sich Kalke und Dolomite absetzten, nichts Positives aus unseren Untersuchungen entnehmen konnten, so lässt sich doch, wenn ich nicht irre, einiges über Zeit und Ort dieses Vorganges daraus erkennen, und zwar wesentlich durch Berücksichtigung des Verhaltens der unlöslichen Bestandtheile in diesen Gesteinen.

Wir haben oben erwähnt, dass die unlöslichen Bestandtheile im Verhältniss zu dem Schlamme unserer grossen Flüsse ziemlich grobkörnig erscheinen, dass sie mit Wasser geschüttelt, viel rascher sich absetzen, als dieser. Selbst wenn man eine dem Meerwasser ähnliche Kochsalzlösung zu diesen Versuchen wählt, findet man immer dasselbe Resultat eines raschen Abklärens des Wassers. Das spricht dafür, dass diese unlöslichen Massen nicht von grossen, weit und lang fliessenden Strömen in das Meer eingeführt wurden, sondern mehr von kleineren rascher sich bewegenden Flüssen, oder auch hie und da durch die Thätigkeit des Meeres an Küsten erzeugt wurden. Wir dürfen aber auch ferner schliessen, dass sie auch im Meere nicht sehr weit transportirt wurden etwa durch bedeutende Meeresströme, weil auch diese sehr bald nur das feinste Material mit sich führen, und ebenso wie die Flüsse eine Verkleinerung und

Abrundung der Körner besorgen. Eine genauere Vergleichung des Verhaltens der unlöslichen Bestandtheile aus ein und demselben Schichtensysteme über die ganze Ausdehnung desselben möchte vielleicht in einzelnen Fällen nicht uninteressante Thatsachen über die Richtung der Bewegung dieser Massen und auch über ihren Ursprung zu Tage fördern. Für die bei weitem grösste Zahl der heute auf den Festländern sich findenden Kalksteine lässt sich ja in der That von der Silurformation an bis herauf meist leicht der Nachweis liefern, dass in nicht allzugrosser Entfernung sich zur Zeit ihrer Bildung Land befunden habe. In Island allein würden gegenwärtig Kalke gefunden werden können, die weit von allen Festländern oder Inseln entfernt sind. Leider standen mir keine derartigen Kalke zu solchen vergleichenden Untersuchungen zu Gebote, wie sich in ihnen die unlöslichen Bestandtheile verhalten.

Aber auch für die Bestimmung der Zeit, welche die Bildung der Kalksteine erforderte, können wir einiges aus dem Verhalten dieser letzteren abnehmen. Wir haben schon oben S. 575 erwähnt, dass die unlöslichen Bestandtheile ganz gleichmässig in den Kalken und Dolomiten verteilt seien, d. h. dass auch auf dem Querschnitte eines solchen Gesteines die Verteilung durchaus keine bestimmten Unregelmässigkeiten, wie Allen keine schichtenartige Bildung erkennen lässt. Wir müssen daraus den Schluss ziehen, in der Absatz des Kalkes und das Zubodensinken der unlöslichen schwebenden Bestandtheile ein ununterbrochenes war so lange wie diese gleichmässige Verteilung wahrnehmen, also jedenfalls so lange um eine Schichte bildete, und ist eine kleine Aenderung eintrat, wahrscheinlich ein kurzer Stillstand in der Bildung des Kalkes oder ein verlangsamtes oder stärkeres Absetzen der unlöslichen Massen, welche uns das Ende der älteren und den Anfang der neuen Schichte anzeigen.

Aber ebenso müssen wir dann auch für den Kalk eine gleichmässig anhaltende Abscheidung annehmen, da ausserdem lagenweise eintretende Ungleichheiten im Verhältniss der zweierlei Bestandtheile dieser Gesteine, der löslichen und der unlöslichen, wahrnehmbar sein müssten, indem es ja nicht denkbar ist, dass die zwei aus ganz verschiedenen Ursachen sich absetzenden Theile immer in so gleichem Takte Ungleichheiten im Absetzen erfahren haben sollen, dass dadurch stets ein gleiches Verhältniss zwischen beiden erhalten blieb, während mit der Annahme, dass die Bildung beider ununterbrochen vor sich ging, die gleichmässige Vertheilung beider in einer Schichte von selbst folgt, und ebenso die Ungleichheit des Mengenverhältnisses beider Arten von Massen in verschiedenen Kalken sehr einfach aus der stärkeren oder schwächeren Einfuhr der mechanisch abgesetzten Massen erklärbar ist. Von den letzteren wissen wir nun überdiess sicher, dass sie, wenn auch in ungleicher Menge an verschiedenen Stellen und zu verschiedenen Zeiten ununterbrochen ins Meer eingeführt werden und aus physikalischen Gründen ununterbrochen sich zu Boden senken. Ebenso aber auch ist es gewiss, dass sie, je weiter sie von ihrer Ursprungsstelle fortgetragen werden, um so feiner werden und wohl auch um so sparsamer in derselben Wassermasse enthalten sind, daher werden sich auch unter sonst gleichen Umständen gebildete Kalke reiner zeigen, je entfernter von Küsten oder Einmündungsstellen von Flüssen sie sich abgesetzt haben. Wir besitzen leider keine ausgedehnteren Untersuchungen über den Gehalt des Meerwassers an schwebenden Bestandtheilen, noch weniger ist es natürlich möglich, den Gehalt an solchen im Meere früherer Perioden zu ermitteln, dennoch haben wir einige schwache Anhaltspunkte, um wenigstens die Frage beantworten zu können, ob es wahrscheinlich sei, dass auch nur Jahrtausende zur Bildung einer Schichte Kalk von mittlerer Mächtigkeit, etwa 20 cm, nöthig gewesen seien.

Wir haben S. 577 die Thatsachen mitgethei hervorgeht, dass die schwebenden Bestandtheile unserer Kalksteine sehr rasch niedersinken, v hältnissmässig ziemlich grobkörnig sind. Wir d weiter schliessen, dass diese Massen nicht seh portirt wurden, also auch noch nicht allzu Meer gebracht wurden. Unter gewissen Vor über die Mächtigkeit einer bestimmten Forma wir nun auch die Gesammtmenge der mechanis eingeführten Bestandtheile berechnen, und Schlüsse auf die Zeitdauer, welche die Bildu in Anspruch nahm, ziehen, welche immerhin massen auf thatsächlicher Basis beruhen.

Wir wollen zu diesem Behufe die Jurafor zwar die obere, fast nur aus Kalk und Dolomi Abtheilung ins Auge fassen. Die Oberfläche derselben wollen wir zu 300 g. Q. M. annehmen tigkeit im Durchschnitt zu 1000 Fuss und ih Gehalt an unlöslichen Bestandtheilen zu 4%, entschieden etwas über dem wahren Werthe li nehmen sie ferner in dieser Ausdehnung als ei rechten Wänden ohne alle Lücken ausgebilde In diesem Falle würde, da eine g. Q. Meile 521' Fuss hat, das Volumen dieser Ablagerung 156''50 Kub. Fuss betragen und darin bei der Annal unlöslicher Bestandtheile 6''260191'788000 Mill fuss derselben enthalten sein.

Vergleichen wir damit einmal die von un Strömen in das Meer eingeführten Schlammm den sehr genauen Untersuchungen der Mississip unter Humphrey und Abbot bringt dieser Strom wärtig jährlich 7460 Millionen Kubikfuss unlös ins Meer, das ist eine Masse, welche in 839

denselben Betrag erreichen würde, wie die in der ganzen oberen Juraformation niedergelegte Schlammmasse.

Nun haben wir allerdings keinen Anhaltspunkt, um das Vorhandensein so grosser Ströme in früheren Zeiten oder am Ende der Trias und während der Bildung des weissen Jura anzunehmen, aber wir sehen doch daraus, wie bedeutend fliessendes Wasser am Aufbau der Schichten betheiligt ist, und eine einfache Erwägung der physikalischen Verhältnisse des bewegten Wassers zeigt uns, dass die Wirkung der kürzer in kleineren Strömen oder Flüssen sich bewegenden Wassermasser verhältnissmässig grösser ist, als die eines sehr lang und weithin strömenden Flusses. Jeder Fluss zeigt uns, dass er um so geringeren Schlammgehalt besitzt, um so weniger feste Bestandtheile mechanisch mit sich fortführt, je näher er seiner Mündung kommt, indem einmal das Gefälle abnimmt und die Schlammmassen und der Sand sich schon während des Transportes im Flusse selbst zu Boden setzen. Würde z. B. an Stelle des Mississippithales ein Meerbusen von seiner jetzigen Mündung bis St. Louis sich erstrecken, so würde unzweifelhaft in diesen Meerbusen von den dann als Küstenflüsse erscheinenden Nebenflüssen des Mississippi mehr Material in denselben eingeführt, als jetzt von dem letzteren in den Golf von Mexico gebracht wird. Wir sehen das auch an den bis jetzt allerdings noch sehr spärlichen Angaben über den Gehalt an schwebenden Bestandtheilen im Wasser der Flüsse. Beim Rhein finden wir im maximum nur 0,02 %, im Mississippi beträgt er im maximum $^1/_{13}$ %, beim Ganges im maximum zur Regenzeit $^1/_4$ % (genauer 0,23), das von mir geschöpfte Taminawasser enthielt, nach nicht sehr bedeutendem Regen, schon ebenso viel (0,24), es soll aber manchmal bis auf 2 % steigen.

Wir wissen nun freilich nicht, wie sich die Flüsse der früheren Perioden verhalten haben, auch über die Regen-

verhältnisse wissen wir nichts Sicheres, nur soviel, dass es regnete, und weil das Klima in jenen Zeiten noch wärmer und auch feuchter war, wohl etwas mehr, als gegenwärtig unter den Breiten, in denen sich die Juraformation findet. Wie wir schon oben erwähnten, nöthigt uns die Beschaffenheit des in den Jurakalken und Dolomiten vorhandenen Schlammes und seine Vertheilung in denselben zu dem Schlusse, dass sich derselbe ziemlich rasch senkte und anhaltend und wohl nicht sehr weit transportirt wurde. Wir können nun damit prüfen, ob es wahrscheinlich sei, dass sehr lange Zeit zur Bildung einer einzelnen Schichte nöthig gewesen sei, oder nicht, indem wir die Consequenzen prüfen, zu welcher die erstere Annahme führt. Wir haben den mittleren Gehalt an Schlamm in der Juraformation zu 4% angenommen. In einer Schichte von der mittleren Dicke von 20 cm Mächtigkeit würde demnach die Schlammmasse allein eine Dicke von 8 mm haben.

Unsere Versuche ergeben, dass in einer Stunde schon die suspendirten Massen unseres Jurakalkes um 12 cm sich senkten, nehmen wir aber auch für eine Stunde nur 5 cm an, so wird doch in einem Tage schon sämmtliche in einer Wasserschichte von 120 cm Höhe enthaltene Masse sich gesetzt haben, in einem Jahre demnach der Inhalt von 365×120 cm oder von 432 Meter. Wenn wir nun z. B. annehmen, dass zur Bildung dieser Schichte, die, wie wir oben sahen, gleichmässig und ununterbrochen aus Kalk und Unlöslichem sich aufbaute, 80 Jahre erforderlich gewesen seien, so würde in einem Jahre die Masse des Unlöslichen einer Schichte von 0,1 mm entsprechen, abgesetzt aus einer Wassermasse im Gesammtbetrage von 432 m oder 432000 mm Höhe.[10]) Nehmen wir das Gewicht der unlöslichen Masse

10) Ich sage Gesammtbetrag, um damit anzudeuten, dass es nicht nöthig ist, sich zu denken, dass eine so dicke Schichte dazu nöthig sei. Denken wir z. B. einen Meeresstrom auch nur 30 Meter hinabreichend,

auch zu 3 an, so würde der Gehalt an schwebenden Bestandtheilen im Wasser dem Gewichte nach nur $\frac{1}{1'440000}$ oder in 100000 Theilen Wassers nur ein $\frac{1}{14}$ betragen haben. Würden wir 800 Jahre für die Bildungszeit einer solchen Schichte fordern, — Manche sprechen ja von Tausenden von Jahren — so würde nur 0,01 mm im Jahre niedergesunken sein und der Gehalt an schwebenden Bestandtheilen auf $\frac{1}{140}$ in 100000 Theilen Wassers herabgehen.

Wir haben, wie schon erwähnt wurde, soviel mir bekannt ist, keine Untersuchungen über den Gehalt des Meerwassers an schwebenden Bestandtheilen und können diese Zahlen daher auch nicht mit dem Verhalten unserer Meere vergleichen, wenn wir aber erwägen, welche ungeheueren Massen Schlammes unserer Flüsse mit sich führen, dass selbst nach langer Trockenheit der Rhein im minimum in 100000 Wassers noch 1,73 Schlamm enthält, also 240mal mehr als nach unserer letzten Annahme gefunden wird und 24mal mehr, als nach der ersten, so werden wir immerhin eher dieser ersten, als jener letzteren, eine grössere Wahrscheinlichkeit zuerkennen, da ja doch eigentlich thatsächliche Gründe für die Annahme einer so langen Bildungszeit für eine einzige Schichte nicht angegeben werden können.

Mir scheint es demnach, dass die Verhältnisse der unlöslichen Bestandtheile der Kalke und Dolomite wenigstens in vielen Fällen besser mit der Annahme keiner so gar langen Zeitdauer der Entstehung ihrer Schichten übereinstimmen. Es wäre sehr zu wünschen, wenn diese bisher wenig beachteten Theile unserer Erdrinde, deren genauere systematische Untersuchung noch manches Resultat von

---

so wird doch von diesem wegen der anhaltenden Erneuerung seines Wassers gerade so viel Material unter ihm zum Absatz kommen, als wenn eine ruhende Wassersäule von der angegebenen Höhe ihren Inhalt in derselben Zeit absetzte.

allgemein geologischem Interesse zu liefern vermag, ebenso wie die Gesteine, in welchen sie Unterkommen gefunden haben, von verschiedenen Lokalitäten und Formationen einer eingehenden Bearbeitung unterworfen würden, und wünsche ich nur, dass die vorliegenden Blätter, wenn sie auch Niemanden dazu ermuntern sollten, doch auch Keinen davon abschrecken mögen.

Herr Vogel trägt vor:

„Zur Bodenanalyse."

Vielfache Beschäftigung mit der Analyse des Bodens und Wassers, wie solche der praktische Unterricht im Laboratorium mit sich bringt, hat mich auf Beobachtungen und Erfahrungen geleitet, von welchen ich hier einige hervorzuheben, mich beehre. Die folgenden Mittheilungen sind keineswegs als abgeschlossene Resultate wissenschaftlicher Forschung zu betrachten, es sind vorläufig nur Andeutungen, welche durch weitere Bearbeitung vielleicht von Interesse werden können.

I.

Die mechanische Analyse einer Bodenart wird bekanntlich auf verschiedene Weise ausgeführt, nämlich durch Sieben oder Schlämmen. Ersteres besteht in einem einfachen Trennen der verschieden grossen Bodentheile durch Siebsysteme und zwar hat man gewisse Siebweiten adoptirt, um die einzeln gewonnenen Resultate doch einigermassen vergleichen zu können. Als Feinerde bezeichne ich die von der gesammten zu untersuchenden Erde durch ein Sieb von 0,2 mm Weite hindurchgegangenen Bodenbestandtheile. Der grössere oder geringere Gehalt an Feinerde in einem Boden ist ein wesentlicher Faktor für Beurtheilung dessen Fruchtbarkeit. Derselbe wird vorzugsweise zur chemischen Analyse benützt,

zur Bestimmung von Kalk, Kohlensäure u. s. w., um daraus für die Classificirung des Bodens Anhaltspunkte zu gewinnen.

Einen Nachweis für die quantitative Verschiedenheit der Pflanzennährstoffe in der Feinerde und den gröberen Bodenbestandtheilen habe ich in den mir zugänglichen agrikulturchemischen Arbeiten bis jetzt nicht auffinden können. Es war bei Bodenuntersuchungen wiederholt aufgefallen, dass bei Behandlung der Feinerde eines Bodens mit verdünnter Essigsäure, wie solches zur Beurtheilung der löslichen Mineralbestandtheile vorgenommen wird, die bekannte Reaktion mit molybdänsaurem Ammoniak weit deutlicher hervortrat, als in der essigsauren Lösung der gröberen Bodenbestandtheile. Diess veranlasste eine Versuchsreihe, um über diese Differenzen Aufschluss zu erhalten. Die vorläufigen Versuche bezogen sich zunächst auf den Gehalt an Phosphorsäure und Eisenoxyd vergleichungsweise in der Feinerde und im Bodenskelett. Ohne auf die gewonnenen Zahlenresultate näher eingehen zu wollen, mag nur erwähnt werden, dass nach meinen bisherigen Versuchen die Unterschiede im Gehalte an diesen beiden Nährstoffen sich deutlich herausstellten. Der Phosphorsäuregehalt der Feinerde eines Thonbodens steht im Verhältniss zum Phosphorsäuregehalte des Bodenskelettes = 3 : 2, der Eisengehalt = 7 : 6. Es wäre nicht ohne Interesse durch Versuche nachzuweisen, ob ähnliche Verhältnisse auch für andere Bodenarten Geltung haben. Auffallend dürfte es erscheinen, dass eine und dieselbe Bodenart in verschiedener Vertheilung ungleich quantitative Zusammensetzung zeigt. Diess erklärt sich indess nach meinem Dafürhalten sehr einfach aus dem Absorptionsvermögen, welches der Feinerde bekanntlich in besonders hohem Grade zukömmt, weshalb auch die in einem Boden enthaltene Menge Feinerde in dessen Fruchtbarkeit in sehr entscheidendem Verhältniss steht, sie ist es, die vorzugsweise durch Atmosphärilien und

Düngung gebotene in Wasser lösliche Pflanzennährstoffe zurückhält und somit durch quantitativ chemische Analyse einen grösseren Reichthum an denselben nachweist, als sich der Gehalt der gröberen Bodentheile an Nährstoffen durch chemische Analyse ergibt. Es gibt Bodenarten, die nur wenige Procente Feinerde enthalten, wie z. B. mitunter Sandboden; auch durch ergiebigste Düngung wird es schwer gelingen, in einem derartigen Boden die Fruchtbarkeit wesentlich zu erhöhen. Ich glaube nach vorläufigen Versuchen annehmen zu dürfen, dass sich zwischen Feinerde und Bodenskelett für Kalisalz ebenfalls deutliche Differenzen ergeben werden und behalte mir vor, auf diese Verhältnisse bei der Untersuchung verschiedener Bodenarten ausführlich zurückzukommen.

Dass das Wasserabsorptionsvermögen der Feinerde wesentlich grösser ist, als das des Bodenskelettes, wird als bekannte Thatsache angenommen. Nach meinen neueren Versuchen ergab sich das Wasserabsorptionsvermögen der Feinerde eines humosen Bodens zum Bodenskelett derselben Erde im Verhältniss von 82 : 57. Auch schreitet die Wasserverdampfung weit schneller voran bei den gröberen Bestandtheilen des Bodens, als bei der Feinerde, wovon ich mich durch einfache Versuche zu überzeugen Veranlassung genommen. Feinerde und Bodenskelett eines Humusbodens wurden mit gleichen Mengen Wassers benetzt und dann in flachen Gefässen unter ganz übereinstimmenden Wärme- und Ventilationsverhältnissen aufgestellt. Nach 6 Tagen Stehen hatte das Bodenskelett das ursprüngliche Gewicht des Trockenheitszustandes wieder erlangt, während die Feinerde noch 6 % Wasser über den ursprünglichen Trockenheitsgrad enthielt.

Vorläufig mag erwähnt werden, dass die Feinerde humosen Bodens auch sehr bemerkbar grössere Mengen organischer Bestandtheile enthält, als das Bodenskelett.

II.

In älteren Hand- und Lehrbüchern der agrikulturchemischen Analyse befindet sich eine Prüfung der Ackererde auf ihre Fruchtbarkeit unter der Bezeichnung: „Kraftzustand der Erde." Sie besteht darin, dass man eine gewogene Menge des Bodens mit destillirtem Wassers extrahirt und den Auszug zur Trockne verdampft. Wir wissen, seitdem Liebig zuerst die Bedeutung des Bodenabsorptionsvermögens klar gelegt, dass eine derartige Untersuchung des Bodens mit destillirtem Wasser uns gar keinen Aufschluss gibt über die Fruchtbarkeit eines Bodens, oder über die Löslichkeit seiner Nährstoffe. Bei sehr zahlreichen Versuchen der Erdextraktion mit destillirtem Wasser habe ich niemals in dem Erdauszuge auch nur die geringste Reaktion auf Phosphate mit dem empfindlichsten Reagens auf Phosphorsäure wahrgenommen. Der Auszug mit künstlichem kohlensauren Wasser zeigte mitunter gelbliche Färbung mit molybdänsaurem Ammoniak.

Als eine besonders energische ist die Einwirkung künstlichen kohlensauren Wassers auf Kalkboden zu bezeichnen. Es ist hier der Ort, eines vorläufigen mit Rothsand aus der Oberpfalz auf Veranlassung meines Freundes Ebermayer im chemischen Laboratorium der Universität ausgeführten Versuches Erwähnung zu thun. Der Sandboden zeigte zwar ganz schwaches Aufbrausen beim Uebergiessen mit Salzsäure, war demnach abgesehen von einigen vielleicht zufällig vorhandenen Fragmenten von Kalkstücken jedenfalls arm an Kalkcarbonat. Dieser natürliche Boden wurde in einen oben und unten offenen Glascylinder vom 14 Centimeter Durchmesser und 66 Centimeter Höhe mit künstlichen kohlensaurem Wasser übergossen und das an der unteren Seite ablaufende Wasser in einer Porcellanschaale aufgefangen. Zur vollkommenen Sättigung der Erdschichte ist

Wasser waren 3 Liter künstlichen kohlensauren Wassers verbraucht worden. Nach einer halben Stunde war der Durchlauf vollendet und betrug ungefähr einen Liter. Die durchgesickerte Flüssigkeit zeigte wider Erwarten einen starken Niederschlag mit Ammoniumoxalat, der mit dem geringen in Salzsäure löslichen Kalkgehalte wenig übereinstimmte. Es scheint hiernach, dass mit Kohlensäure gesättigtes Wasser Kalksilicate zu zersetzen im Stande ist. Diess dient zur Erklärung der Wahrnehmung, dass Waldbäume auf scheinbar kalkarmem Kieselsandboden gewachsen in ihrer Asche mitunter unverhältnissmässigen Kalkgehalt zeigen. Schon früher habe ich auf die bemerkenswerthe Thatsache aufmerksam gemacht[1]), dass Lehmbodensickerwasser, obgleich die chemische Untersuchung im Lehmboden nur geringere Mengen von Kalkerde ergeben und auf den Umstand als erklärendes Moment hingewiesen, dass im Lehmboden Kalkcarbonat in weit feinerer Vertheilung vorhanden ist, als im grobkörnigen Kalkboden und daher dem Lösungsmittel ausgedehnteren Angriffspunkt bietet. Etwas Aehnliches dürfte auch als bedingend für den bedeutenden Niederschlag mit Ammoniumoxalat im erwähnten Versuche angenommen werden. Künstliches kohlensaures Wasser durch grobgestossenen Marmor hindurch filtrirt, bringt selbstverständlich Kalkerde in Lösung, indess ist die Menge des Gelösten im Verhältniss nicht ungewöhnlich bedeutend.

Reich an Mineralbestandtheilen ist der Auszug einer Ackererde mit verdünnter Essigsäure. In der essigsauren Lösung befinden sich selbstverständlich zum Theil auch Phosphate des Bodens, es muss daher durch molybdänsaures Ammoniak in dieser Lösung alsbald der bekannte gelbe Niederschlag entstehen. Tritt in dem essigsauren Auszuge einer Acker- oder Walderde (100 g Erde zu 200 C. C. ver-

1) Akadem. Sitzungsbericht. 5. März 1881. S. 263.

dünnter Essigsäure) auch nach längerem Stel
Niederschlag nicht ein, so lässt sich daraus sc
der Phosphorsäuregehalt des untersuchten l
dem gewöhnlichen Minimalgehalte steht.

Bei dieser Gelegenheit möchte ich dara
dass bei den beschriebenen Extraktionsversuche
mit Wasser, namentlich mit künstlichem kohlens
dessen Reinheit besondere Aufmerksamkeit zu
Selbstverständlich müsste die Anwendung
Wassers auf die Resultate dieser Extraktion
grösstem Einfluss sein und ich halte es nicht f
dass bei älteren Versuchen in dieser Richtu
gehörig sorgfältige Rücksichtnahme auf das h
dete Wasser die Ergebnisse etwas gesteiger
qualitativen Bestimmung der Reinheit des Wa
ich neuerer Zeit eine verdünnte Lösung vor
Eisen. Die Angabe, dass eine Lösung von
Eisen den ganzen Eisengehalt durch Aufkochen
habe ich wenigstens in dieser allgemeinen Fa
bestätigt gefunden. Liquor Ferri acet. gibt all
Aufkochen einen Niederschlag, indess bleibt
Niederschlage stehende Flüssigkeit immer noc
rothbraun gefärbt, von einer gänzlichen Abs
Eisens kann also in diesem Falle keine Red
stark mit destillirtem Wasser verdünnte Lösun
saurem Eisen trübt sich beim Kochen nicht.
wird aber sofort getrübt durch Zusatz von Br
beim Aufkochen fallen braunrothe Flocken nie
Flüssigkeit wird vollkommen klar und farblos.
in der Kälte findet in dieser Lösung durch Br
zusatz nach einigem Stehen eine Fällung rothbra
statt. Die bekannte Reaktion mit Seifenspiritu
weis der Wasserhärte ist weniger empfindlich,
angegebene mit Eisenacetat, namentlich bei

kohlensaurem Wasser, indem die entweichende Kohlensäure auf die Schaumbildung zu wirken scheint. Man darf hienach annehmen, dass ein destillirtes Wasser, welches die angegebene Reaktion mit Eisenacetat nicht zeigt, zur Benützung zu diesen Bodenextraktionsversuchen vollkommen geeignet sei.

Wenn nun der hier besprochene Versuch unter der früheren Bezeichnung „Kraftzustand der Erde" über den Gehalt an mineralischen Pflanz-Nährstoffen des Bodens keinen wesentlichen Aufschluss zu geben vermag, so gewährt dagegen derselbe doch nach meinem Dafürhalten einen Einblick auf den Ammoniakgehalt des Bodens. Bei mehrtägiger Behandlung, namentlich von Gartenerde, mit destillirtem Wasser, zeigte die filtrirte Flüssigkeit fast durchgängig die charakteristische Reaktion mit Nessler's Reagens. Ich weiss wohl, dass auf diese Weise nicht die ganze Quantität der Ammoniaksalze in Lösung tritt, da vermöge des Absorptionsvermögens der Feinerde die Ammoniaksalze theilweise festgehalten in Wasser schwerer löslich geworden. Aber immerhin kann die Reaktion zur Vergleichung verschiedener Bodenarten angewendet werden. Es ist nothwendig, das Extraktionswasser vor der Anwendung des Nessler'schen Reagens mit etwas kohlensaurem Natron und kaustischem Natron zu versetzen, wodurch nach einigen Stunden Stehens sich Flocken absetzen. Auf diese von den abgesetzten Flocken abgegossene Flüssigkeit erfolgt die Anwendung des Nessler'schen Reagens nach der Methode der Ammoniakbestimmung im Trinkwasser.

Zum chemischen Nachweis selbst sehr geringer Mengen von Ammoniak im Trinkwasser versetzt man nämlich 100 bis 150 C. C. Wasser in einer reinen und verschliessbaren Flasche mit etwa ½ C. C. Natriumhydrat und 1 C. C. Natriumcarbonatlösung. Nachdem der dadurch hervorgerufene Niederschlag, von Kalk- und Magnesiagehalt des zu

untersuchenden Wassers herrührend, sich abgesetzt hat, überträgt man die klare Flüssigkeit in einen engen Cylinder von farblosem Glase, in welchem sie mindestens eine 15 cm hohe Schicht einnehmen muss. Man setzt nun 1 C. C. Nessler'sche Lösung (Quecksilberkaliumjodid) hinzu und beobachtet nach dem Umschütteln die Farbe der Flüssigkeitsschicht, indem man von oben schräg durch dieselbe auf ein untergelegtes Stück weisses Papier hinsieht. Ist die Farbe gelbroth bis roth oder entsteht sogar ein rother Niederschlag, so darf man mit Bestimmtheit auf die Anwesenheit von Ammoniak im untersuchten Trinkwasser schliessen.[1])

Bekanntlich dürfen Verbindungen, welche wie die in den natürlichen Wassern gewöhnlich vorkommenden Salze der Erdalkalimetalle und des Magnesiums mit der alkalischen Quecksilberkaliumjodidlösung einen Niederschlag geben, in der für die Bestimmung anzuwendenden Flüssigkeit nicht vorhanden sein; aus diesem Grunde versetzt man das auf Ammoniak zu prüfende Wasser zuvor mit Natriumcarbonat- und Natriumhydratlösung, wodurch die genannten Salze zersetzt und die Erdalkalimetalle, wie das Magnesium als unlösliche Carbonate abgeschieden werden. Die angewandten Lösungen von Natriumcarbonat und Natriumhydrat müssen rein und namentlich frei von jeder Spur von Ammoniak sein. Ich will hiezu bemerken, dass die meisten von mir bisher untersuchten Sodasorten, auch calcinirte, als chemisch rein bezeichnete, sowie auch kaustisches Natron, keineswegs frei von Ammoniaksalzen sich zeigten. Ob diess mit der in neuerer Zeit abgeänderten Sodafabrikation zusammenhänge, mag vorläufig unentschieden bleiben, in Sodasorten nach der bisher üblichen älteren Methode dargestellt, zeigte sich die charakteristische Färbung mit Nessler's Reagens entschieden geringer. Besonders auffallend war mir der

1) Tiemann Wasseruntersuchung S. 12.

rothe Niederschlag mit genanntem Reagens in übrigens reinem doppeltkohlensaurem Natron. Indess ist die Menge der im Natriumcarbonat enthaltenen Ammoniaksalze selbstverständlich nur eine äusserst geringe. Herr Dr. Baumann hat auf meine Veranlassung die Güte gehabt, eine annähernd quantitative Bestimmung vorzunehmen, nach welcher in 100,000 Theilen einer Sodasorte 0,16 g Ammoniak vorhanden waren. Ich glaube hiernach nicht, dass bei dem immerhin nur geringen Zusatz von 2 C. C. einer Sodalösung, in der Lösung von 1 : 2 zu 50 C. C. Wasser diese wie es scheint habituelle Verunreinigung der Soda auf die quantitative Bestimmung des Ammoniaks im Trinkwasser oder Boden durchgehends von irgend einflussreicher Bedeutung sein dürfte. Indess wäre diess unter Umständen doch wohl nicht unmöglich, und demnach statt des Natriumcarbonates aus dem Weinstein dargestelltes Kaliumcarbonat, welches nach meinen bisherigen Versuchen von dieser Verunreinigung frei erscheint, für diese Proben in Anwendung zu bringen.

III.

Die quantitative Bestimmung der organischen Bestandtheile einer humosen Erde ist wie man weiss mit nicht unbedeutenden Schwierigkeiten verbunden. Da beim Glühen stets auch das chemisch gebundene Wasser verflüchtigt wird und als organische Substanz in Rechnung kommt, so gibt diess keine annehmbaren Resultate und man bezeichnet daher die hiebei sich ergebenden Zahlen einfach als Glühverlust. Das exakte analytische Verfahren zur Bestimmung der organischen Bestandtheile eines Bodens besteht in der Oxydation derselben zu Kohlensäure und deren Wägung als Kohlensäure im Liebig'schen Kaliapparate. Zu dem Ende wird eine gewogene Menge lufttrockener Erde in ein Kölbchen gebracht, mit Wasser und concentrirter Schwefel-

säure übergossen, der Kork, durch dessen zw
zwei rechtwinklig gebogene Röhren gehen, a
die Luft aus dem Apparate gesogen. Nach ei
bringt man doppeltchromsaures Kali in das K
schliesst dasselbe und bringt es mit einem gew
lauge enthaltenden, Absorptionsgefäss und ei
in Verbindung. Das Kölbchen wird zuerst
später bis 90° C erwärmt, zuletzt saugt man
Aspirators kohlensäurefreie Luft durch den A
Schlusse der Operation wird durch Wägung de
apparate die Gewichtszunahme = Kohlensä
Die gefundene Zahl mit 0,471 multiplicirt gi
Gehalt an humosen Substanzen. Man erkenn
Darstellung wohl, dass die exakt wissenscha
tische Methode complicirt und schwierig aus
so dass dieselbe bei praktisch forstlichem Unt
vornehmbar erscheint.

Bekanntlich wird die Lösung von überm
Kali zur Bestimmung der organischen Veru
des Wassers benützt. Ich habe es versucht,
von übermangansaurem Kali auch für den Na
nischer Bestandtheile im Boden anzuwenden. Z
wird eine abgewogene Menge der zu untersuch
ungefähr 10 g, in eine Glasflasche mit Glask
und nun tropfenweise aus einer in Zehntel gethe
eine Lösung von übermangansaurem Kali (1 g
Lösung) zugesetzt. Ist ein Boden z. B. Quar
frei oder nahezu frei von Organismen, so bleib
ersten zugesetzten Tropfen, nachdem die damit
Erde sich in der Ruhe abgesetzt, roth gefärb
humose Erde die Lösung entfärbt und erst
grösserer Mengen der Lösung von übermangan
die röthliche Färbung der überstehenden Flüssigk
auftritt. In solcher Weise behandelt haben

schwarzer Gartenerde 25 C. C., 10 g eines an organischen Bestandtheilen sehr armen Thonbodens 4 C. C. der Lösung von übermangansaurem Kali bis zum Eintritt der rothen Färbung verbraucht. Bei einem sehr geringen Verbrauche der Lösung von übermangansaurem Kali ist es nothwendig, die Erde in dem Schüttelgefässe mit destillirtem Wasser vorher zu versetzen, so dass nach einiger Ruhe eine dünne Wasserschichte übersteht und dann die Lösung von übermangansaurem Kali hinzuzubringen; so gelingt es, die rothe Färbung nach dem Schütteln und Wiederabsetzenlassen, deutlich beobachten zu können.

Gewöhnlich nimmt man an, dass auf 1 Theil übermangansauren Kali's 5 Theile organische Substanz kommen. Hiernach könnte auch die Menge der organischen Bestandtheile eines Bodens berechnet werden. Immerhin erhält man auf diese Weise eine Zahl, welche mit der Menge der Organismen im Boden in einer Art von Verhältniss steht. Ich bin weit entfernt, das hier angegebene Verfahren als eine endgültige Probe darzustellen, diese vorläufige Mittheilung bezweckt nur, auf die unmittelbare Einwirkung humoser Erde auf übermangansaures Kali aufmerksam zu machen, um vielleicht bei Ausbildung des Verfahrens davon analytischen Gebrauch machen zu können.

Herr Erlenmeyer spricht:

„Ueber künstliches Tyrosin."

Schon vor langer Zeit habe ich mir die Aufgabe gestellt, das bisher nur als Zersetzungsprodukt von Eiweisskörpern gewonnene Tyrosin künstlich darzustellen. Ich habe desshalb in den letzten Jahren eine Reihe von Experimentaluntersuchungen, welche hauptsächlich den Zweck hatten, die Wege für die Lösung der genannten Aufgabe zu ebnen, in meinem Laboratorium ausführen lassen. Zuletzt habe ich in Gemeinschaft mit meinem Assistenten Herrn Dr. A. Lipp einige Versuche angestellt, welche dem gesteckten Ziele näher führten und es schliesslich erreichen liessen.

Wir haben bei diesen Versuchen eine Anzahl neuer Verbindungen kennen gelernt, wie Parasulfophenylalanin, Para- und Orthonitrophenyl-α-nitroxypropionsäure, Paraamidophenylmilchsäure, Hydroxyhydrocarbostyril, Paraamidophenylalanin etc., über deren Darstellungsweisen und Eigenschaften wir demnächst berichten werden.

Für heute will ich mich darauf beschränken, den Weg kurz anzudeuten, auf welchem wir zur künstlichen Darstellung des Tyrosins gelangt sind. Das vor Kurzem von uns[1]) beschriebene Phenylalanin wurde zunächst mit Schwefelsäure und Salpetersäure in Paranitrophenylalanin übergeführt.

---

1) Berichte der deutschen chem. Ges. 15, 1006.

dieses wurde mit Zinn und Salzsäure in Paraamidophenylalanin verwandelt, das salzsaure Salz dieser Diamidoverbindung wurde dann in weingeistiger Lösung mit Salpetrigsäure behandelt und das entstandene Produkt mit Wasser erhitzt. Die eingedampfte Lösung gab an Aether eine syrupförmige Säure ab, die wahrscheinlich Parahydroxyphenylmilchsäure ist. Der mit Aether erschöpfte Rückstand lieferte nach dem Uebersättigen mit Ammoniak beim Abdampfen eine krystallinische Masse, welche beim Auswaschen mit Wasser ein weisses Krystallmehl zurückliess, das unter dem Mikroskop die charakteristischen Formen des Tyrosins zeigte. Diese traten noch deutlicher hervor, nachdem die Substanz aus siedendem verdünnten Weingeist umkrystallisirt worden war. Als nun auch die Analyse für Kohlenstoff, Wasserstoff und Stickstoff Zahlen ergeben hatte, die genau mit der Zusammensetzung des Tyrosins stimmen, wurden die Eigenschaften unseres Präparates mit denen des Tyrosins aus Horn verglichen und damit vollständig übereinstimmend gefunden.

Es ist hiernach kein Zweifel, dass es möglich ist, das Tyrosin auf dem angegebenen Weg künstlich darzustellen, resp. aus den Elementen zusammenzusetzen.

Was die Constitution betrifft, so hat sich L. Barth[2]) zwar schon im Jahre 1869 dahin ausgesprochen, dass das Tyrosin als eine Parahydroxyphenylamidopropionsäure zu betrachten sei, durch unsere Versuche ist aber erst bestimmt erwiesen, dass es von den beiden möglichen die α-Amidosäure ist, deren künstliche Darstellung weder durch die von Barth[3]) noch durch die von Beilstein und Kuhlberg[4]) projectirten Reactionen gelingen konnte.

---

2) Liebig's Ann. 152. 100.
3) ibid. 163. 296.
4) ibid. 163. 142.

Herr C. Kupffer spricht:

„Ueber aktive Betheiligung d
am Befruchtungsakte bei B
bilis und vulgaris."

An dem Ei der Neunaugen beobachtete :
Müller[1]) die Erscheinung, dass, nach dem Co
Sperma und nach eingeleiteter Zurückziehun
von dem stärker gewölbten Segmente der Eiha
Pole, sich eine klare Masse „wie der am l
gehende Mond" aus dem Dotter erhebe, kug
und dann sich wieder senke, um entweder ga
zu verschwinden, oder eine Zeit lang noch i
äusserlich sichtbar zu bleiben. Das Erscheinen
erfolge, sagt A. Müller, etwa 5 Minuten nacl
ung von Sperma und Ei und erreiche in ein
die grösste Höhe. Die Stelle, an der dies
Niedergehn sich zutrage, bleibe noch eine
dunkler Punkt durch die Loupe bemerkbar.
diese Erscheinung nicht näher geprüft, insbe
ihre Beziehungen zum Sperma erkannt. Er
Ueberzeugung, dass gar keine Zoospermien die
bohrten.

---

1) Beobachtungen über die Befruchtungserschein
Neunaugen. Königsberg 1864.

Ernst Calberla[2]), der später gleichfalls die Befruchtung des Neunaugeneies studierte, und Müllers Mittheilungen dahin ergänzte, dass der Kopf eines Zoosperms in den Dotter gelange, bringt nichts hinzu, was zur Beurtheilung des Vordringens jener hellen Masse dienen könnte. Er leitet das Hervortreten derselben, die er Dottertropfen nennt, von momentanen Contractionen im Innern des Eies her. Diese Contractionen fänden statt, nachdem der vom Schwanze getrennte Kopf eines Zoosperms in den Dotter gelangt sei und liessen nach, sobald die — zwar nicht beobachtete, aber nach Oscar Hertwigs Entdeckung auch hier vorauszusetzende — Conjugation des Eikerns mit dem Kopfe des Zoosperms (Spermakern) sich vollzogen hätte. Das Hervortreten des „Dottertropfens" wäre darnach ein passives, die Masse würde hervorgepresst werden.

Dabei will aber Calberla äusserlich an dem Ei gar keine Contractionserscheinungen wahrgenommen haben, die doch in auffälliger Weise stattfinden.

Benecke und ich wiederholten diese Beobachtungen an Eiern sowohl des grossen, wie des kleinen Flussneunauges bei künstlicher Befruchtung und gaben auf Grund eines sehr reichhaltigen Materials folgende Darstellung des Befruchtungsvorganges in seinen einzelnen Phasen:[3])

Die Zoospermien nähern sich dem Ei nur am spitzeren Pole, der ein stärker gewölbtes, uhrglasförmiges Segment der Eihaut zeigt. Sobald die Zoospermien in den Bereich einer aus hyaliner Substanz bestehenden Kuppel gelangt sind, die dem uhrglasförmigen Segmente äusserlich aufsitzt, stellen sie sich radiär zur Eihaut. Eines derselben dringt durch die Eihaut hindurch, die übrigen bohren lebhaft gegen die

2) Der Befruchtungsvorgang beim Ei von Petromyzon Planeri. Leipzig 1877.

3) Der Vorgang der Befruchtung am Ei der Neunaugen. Königsberg 1878.

Oberfläche, gelangen aber nicht in das Innere. Schon während der Annäherung der Zoospermien beginnt der Dotter, der durchweg der Eihaut enge anliegt, sich im Bereiche des Uhrglases von letzterer zurückzuziehen, also bevor noch das penetrirende Zoosperm mit dem Dotter in Contact gekommen ist. In dieser Region des Eies enthält der im Uebrigen undurchsichtige Dotter eine oberflächliche dünne Schicht durchsichtigen Protoplasma's, das bei der Retraction in Fäden ausgezogen wird, die mit ihren äussern Enden an der Eihaut haften und im weiteren Fortgange der Retraction durchreissen. In der Regel dehnt sich ein besonders dicker Strang in der Axe des Eies, auf den bereits Müller und Calberla aufmerksam gemacht hatten. Der letztere schrieb diesem Strange die Bedeutung zu, den angeblich von Schwanze sich trennenden Kopf des penetrirenden Zoosperms in den Dotter hinein zu befördern und nannte den Strang „Leitband des Sperma." — Wir fanden, dass das penetrirende Zoosperm an jeder Stelle des stärker gewölbten Segmentes der Eihaut seinen Weg nehmen könne und daher nur bisweilen auf jenen sich retrahirenden Axenstrang des hellen Protoplasma's trifft, dem also die ihm von Calberla vindicirte Bedeutung nicht zukommt. Dieses penetrirende Zoosperm stellt die Bewegungen ein, sobald der Kopf in die Eihaut eingedrungen ist; steif gestreckt wird es angezogen und dabei wird der Kopf etwa um ein Drittel seiner bisherigen Länge gedehnt. Es verschwindet im sich retrahirenden Dotter mit Kopf und Schwanz, nie bleibt äusserlich in dem bei der Retraction des Dotters am aktiven Pole entstandenen freien Raume etwas von dem Zoosperm sichtbar.

Nachdem das penetrirende Zoosperm im Dotter verschwunden ist, die Dehnungsfäden des hellen Protoplasma durchrissen worden sind und mit Ausnahme schwacher Reste, die an der Innenfläche der Eihaut haften blieben, gleichfalls in das Innere sich zurückgezogen haben, beginnt ein neuer

Akt. Derselbe leitet sich am Ende der zweiten oder Anfange der dritten Minute nach dem Contacte der Geschlechtsprodukte ein: Aus dem Centrum der ebenen Endfläche des retrahirten Dotters, da, wo eben die Substanz des dicksten Dehnungsfadens, des Axenstranges, verschwunden war, hebt sich eine Masse klaren Protoplasma's aus dem dunklen Dotter hervor. Zuerst halbkugelig auftauchend, streckt sich die Masse in Form eines cylindrischen Zapfens durch den freien Raum und erreicht allmählig aufstrebend die Eihaut. Bei diesen Strecken verdünnt sich die Basis stielartig und das freie Ende schwillt an. Das Aufstreben des Zapfens dauert 2—3 Minuten, die Berührung desselben mit der Eihaut fällt also in die 5. bis 6. Minute von dem Momente der Vereinigung vom Sperma und Eiern an gerechnet. An der Innenfläche der Eihaut befinden sich wasserklare Bläschen, von denen jedes ein kleines glänzendes Körnchen an seiner Peripherie enthält. Diese Bläschen stammen jedenfalls zum Theil von Zoospermien her, die nicht vollständig eindringen. Bei keinem Ei fehlen solche. Unter lebhafter Thätigkeit der Geissel bohren sich die Köpfe eine Strecke weit in die Eihaut hinein; dabei sieht man an den Köpfen amöboide Bewegungen auftreten. Wellen erheben sich am hinteren Ende des Kopfes, laufen bis an die Spitze, ballen sich kugelig zusammen, weichen zurück, um in erneutem Anlaufe abermals vorzudringen. Ist der Kopf bis in die Nähe der inneren Oberfläche der Eihaut gelangt, so sendet derselbe einen feinen Faden pseudopodienartig vor, der den Rest der Strecke durchsetzt. Das in den Eiraum gelangende Ende verdickt sich knopfförmig und löst sich als helles Bläschen ab. So kann ein Theil der Substanz des Kopfes in das Innere gelangen, während die Hauptportion stecken bleibt. Mit solchen Bläschen verbindet sich der Zapfen hellen Protoplasma's. Derselbe leckt gleichsam die Innenfläche der Eihaut ab. Kommt derselbe

in die Nähe eines solchen Bläschens, so fliesst dasselbe im Momente der Berührung mit der Substanz des Zapfens zusammen oder der Zapfen nimmt es amöbeartig durch Umfliessen in sich auf, man sieht es dann noch eine Zeit lang darin, dann verschwindet es plötzlich. Darauf zieht sich der Zapfen zurück. Der Rückzug dauert länger, als das Hervortreten, 3—5 Minuten lang. In 10—12 Minuten ist die ganze Reihe von Vorgängen abgelaufen, aber der reguläre Gang zeigt sich nur dann, wenn man die Beobachtung nicht bei höherer Temperatur vornimmt, als derjenigen, bei welcher die Thiere unter natürlichen Verhältnissen laichen. Bei irgend höherer Temperatur treten sofort Unregelmässigkeiten ein.

Zwei Mal beobachteten wir, dass der Zapfen Zoospermien mitnahm, die ausser dem penetrirenden Zoosperm bis in den Eiraum gelangt waren. Das eine Mal wurden zwei Zoospermien erfasst; ein Zoosperm war mit dem Kopfe durch die Eihaut gedrungen, der Schwanz stack fest in derselben, der Zapfen erreichte den Kopf, trennte denselben von dem Schwanze, und führte den Kopf mit sich. Darauf änderte sich die Richtung des Zapfens etwas, derselbe näherte sich einem zweiten Zoosperm, das vollständig in den Eiraum gelangt war, dort aber regungslos lag, berührte dasselbe und nahm es ebenfalls mit sich.

Den Eindruck, den wir von diesem Phänomen erhielten, war der, dass dem Zapfen eine aktive ergänzende Rolle bei der Befruchtung zukomme.

Ich habe diese am Neunaugen-Ei bei der Befruchtung sich abspielenden Vorgänge hier nochmals berührt, weil ich der Ansicht bin, dass die gleich zu beschreibenden Erscheinungen, die die Eier von Kröten zeigen, mit jenen in Parallele zu stellen sind.

Die erste hieher gehörige Beobachtung wurde in Königsberg gemacht. Ein Pärchen von Bufo variabilis Pallas

wurde am 7. Mai in Copulation angetroffen. Es gelang Herrn Prof. Benecke, den Moment zu erfassen, wo das Laichen begann. Als etwa 8—10 Eier in einzeiliger Schnur hervorgetreten waren, wurde der Strang hart an der Kloake mit der Scheere abgeschnitten, rasch in drei Portionen getheilt, die, in bereit gehaltene muldenförmig ausgeschliffene Objectträger mit etwas Wasser gebracht, mit Deckgläschen gedeckt, gleichzeitig unter drei Mikroskope gelangten. Die Beobachter waren Prof. Benecke, mein Assistent Herr Böhm und ich. Es mochte etwa eine halbe Minute zwischen der Entleerung des Sperma von Seiten des Männchens und dem Beginne der Beobachtung verflossen sein. Das Eiweiss war im Aufquellen begriffen, concentrisch geschichtet, die äussere Schicht bereits klar und gequollen, die inneren Schichten quollen erst während der Beobachtung langsam auf. Zoospermien fanden sich theils im Wasser, theils in der äusseren aufgequollenen Schicht. Im Wasser schlängelten sie sich lebhaft, durch die Eiweissschicht aber glitten sie ruhig hin, oft ohne sichtbare Bewegung des Schwanzes, indem sie sich langsam um ihre Axe drehten. Die Mehrzahl hielt die radiäre Richtung gegen den Dotter ein, einige beschrieben aber eine elliptische Bahn durch die äusseren Eiweissschichten und gelangten wieder ins Wasser, wo sie lebhaft weiter schwammen. Das anfänglich noch rasche Vordringen der Zoospermien verlangsamte sich in den inneren noch nicht gequollenen Eiweissschichten ausserordentlich, aber eine beträchtliche Anzahl derselben gelangte an die den Dotter umgebende Eihaut (Dotterhaut) in der Ebene des eben vorliegenden grössten Kreises der Kugel. Darauf lässt sich ein verschiedenes Verhalten beobachten: ein Theil der Zoospermien dringt unaufhaltsam, wenn auch langsam, mit Kopf und Schwanz durch die Membran und verschwindet vollständig im Dotter. Indem die Spitze des Kopfes an der Innenfläche der Membran sichtbar wird, tritt der Dotter

an ganz begrenzter Stelle ein wenig zurück, abe
sich bald aus und die Perforationsstelle ist späte
kenntlich. Von dem Momente, wo die Spitze
den Dotter berührt, bis zum vollständigen V
des Schwanzes vergehen 1—1½ Minuten. Ei
Theile gelingt das Eindringen erst nach lange
3—4 Minuten; dabei steht der Kopf unbeweg
über den Schwanz fortwährend niedrige steh
hinlaufen, die gewöhnlich nicht bis zur äuss
des Schwanzes reichen. Einer dritten Portion
lingt das Perforiren der Membran durchaus nich
mit verbogenem Kopfe daran stehen oder leg
gential zur Membran, oder aber sie setzen di
ohne sichtbaren Effekt fort, bis ein Phänome
sich zeigt, von dem gleich die Rede sein soll.
überhaupt vollständig eindringen, ist nicht z
An ein und demselben Kreissegment, das bei
nation von Obj. IV Ocul. 4 Hartnack im Ges
übersehen war, konnten 4—5 Zoospermien gez
die sicherlich vollständig in den Dotter gela
schien keine Stelle des Eies bevorzugt zu sei
wegte man den Objectträger, nachdem das Pe
gonnen hatte, so konnte man das Eindringen
denen Punkten der gesammten Peripherie wah

Etwa 15 Minuten nach dem Herrichten
und nachdem das Eindringen der Zoospermien
mehreren Minuten aufgehört hatte, sah man
Gesichtsfelde vorliegenden Peripherie des Do
Hügel sich erheben, die die Eihaut knopfförmig
Diese Hügel bestanden an ihrer Basis aus völ
sichtigem Dotter, hatten aber am Scheitel eine S
Protoplasmas, das keine Dotterkörnchen enthielt.
nun, wo solch ein Knopf auftrat,
man 1—2 Zoospermien mit dem Kopfe

ihaut gerichtet. (Siehe die Figur.) Die Köpfe erhoben sich allmählig, bis die Eihaut, die sie vor sich her schoben, an dieser Stelle so gespannt war, dass man dieselbe an dem Scheitel des Knopfes nicht mehr unterscheiden konnte; es hatte den Anschein, als wenn dieselbe sehr verdünnt worden wäre. Nachdem diese Prominenzen 1—2 Minuten lang auf gleicher Höhe verharrt hatten, sanken sie eben so langsam wieder zurück. Sobald dieser Rückgang sich einleitete, fielen die betreffenden Zoospermien von der Eihaut ab und blieben nun regungslos liegen.

Alle drei Beobachter sahen an mehreren Eiern dasselbe und es gelang wiederholt die ganze Reihe der Erscheinungen, von dem Eindringen der ersten Zoospermien in die aufquellenden äusseren Eiweisslagen an, bis zum Zurücksinken der Dotter-Prominenzen zu verfolgen, da das Pärchen in dem Laichgeschäfte fortfuhr, die lange Eierschnur langsam hervortrat und noch 2 Mal soeben vom Sperma überströmte Abschnitte der Schnur hart an der Kloake gewonnen werden konnten.

Wir haben damals gezögert, diese Beobachtungen zu publiciren, in der Erwartung, auch an Frosch-

eiern das Gleiche anzutreffen, aber die Gelegenheit hierzu bot sich nicht dar. — In diesem Frühjahre erlangte ich hier in München mehrere kopulirende Paare der im März laichenden Kröte, Bufo vulgaris Laurenti. Der Beginn des Laichens erfolgte unter Umständen wie in Königsberg, man war in der Lage, gleich die ersten hervortretenden Eier abtrennen und ohne Verzug unter das bereit gehaltene Mikroskop bringen zu können. Die Phänomene waren dieselben, wie sie oben geschildert worden sind. Herr Böhm, der mich von Königsberg nach München begleitet hat, war, wie ich, in der Lage, die Uebereinstimmung der Erscheinungen konstatiren zu können. Zahlreiche Zoospermien drangen in den Dotter ein, andere erlahmten während des Durchdringens der Eiweissschichten, ein dritter Theil gelangte zwar bis zur Eihaut, fand aber an derselben einen unüberwindlichen Widerstand und diesen Zoospermien kamen die Prominenzen des Dotters entgegen. Das Vordringen und Abwärtssinken der letzteren fand ebenso, wie an den Eiern der ersten Krötenart statt. An diesen Eiern von Bufo vulgaris erschien die erste Furche $1\frac{1}{2}$—2 Stunden nach dem Contacte mit dem Sperma, an den in Königsberg beobachteten Eiern von Bufo variabilis viel später, in der fünften Stunde nach jenem Zeitpunkte.

Die Analogie der Erscheinungen bei den Eiern der Kröten und Neunaugen ist, meiner Ansicht nach, unverkennbar. In beiden Fällen zeigt sich die gleiche Aufeinanderfolge: zuerst die Imprägnation des Dotters durch Sperma, beim Ei der Kröte sind es mehrere Zoospermien, beim Neunaugenei ein einziges, die vollständig eindringen. Dann wird der Dotter aktiv und strebt den Zoospermien entgegen, die die Eihaut nicht zu perforiren vermochten, aber noch lebhafte Aktion zeigen. Da an dem Neunaugenei nur der aktive Pol von Zoospermien erreicht wird, so sendet der Dotter nur einen Zapfen aus, der in Wechselbeziehung mit den Zoospermien tritt. An

das Ei der Kröte gelangen Zoospermien allseitig und sekundäre Prominenzen des Dotters zeigen sich an der ganzen Oberfläche. Am Ei der Neunaugen ist der ganze Zapfen von hyalinem Protoplasma gebildet, am Ei der Kröte ist mindestens die Kuppe der hervortretenden Knöpfe klar und frei von Dotterkörnchen. In beiden Fällen findet ein sekundärer Befruchtungsakt statt, nachdem ein Zoosperm, resp. mehrere in den Dotter gelangt sind und dieser sekundäre Akt beruht auf einer entgegenkommenden Thätigkeit des Dotters.

Nachdem meine diesjährigen Beobachtungen diese auffallenden Thatsachen zweifellos sicher gestellt hatten, zögere ich nicht länger, dieselben mitzutheilen, um die Aufmerksamkeit darauf zu lenken.

Welcher Art die Wechselwirkung war, die an den Eiern der Kröte zwischen den Prominenzen des Dotters und den noch aktiven, aber erfolglos arbeitenden Zoospermien sich vollzog, konnte nicht ermittelt werden, das grosse Objekt liess die Anwendung starker Systeme nicht zu, es konnte also nicht festgestellt werden, ob Substanzpartikel der Zoospermien von den Hervorragungen aufgenommen wurden, nur das Eine liess sich bestimmen, dass die, bei erhaltener Eihaut, grösstmögliche Annäherung zwischen Dotter und Zoospermien erfolgte, indem die circa 2 μ dicke Eihaut am Scheitel der Knöpfe derart verdünnt wurde, dass man sie nicht mehr sah, das Hinderniss also, das sich hier dem Contacte von Sperma und Dotter entgegenstellte, beträchtlich verringert wurde und zwar durch die Thätigkeit des anderen Faktors, des Dotters.

Immerhin kann dem Phänomene keine andere Bedeutung zukommen, als die, nachträglich Spermasubstanz dem Dotter einzuverleiben.

Die Eierschnüre, denen die zur Beobachtung dienenden

Portionen entnommen waren, entwickelten sich in normale Weise.

Ob das Eindringen derjenigen Zoospermien, die tot in den Dotter gelangten, sich nur auf die aktive Hälfte des Eies beschränkte, liess sich bei der gleichmässigen Pigmentirung der gesammten Oberfläche des Dotters nicht feststellen. Wäre es der Fall, so würde sich diese Region jedenfalls bis zum Aequator des Eies erstrecken, da das Eindringen mehrmals an der gesammten Peripherie eines grössten Kreises gesehen wurde.

Erklärung der Abbildung.

Die Abbildung stellt ein Kreissegment des Eies von Bufo vulgaris Laurenti bei etwa 100facher Vergrösserung dar. Drei Prominenzen des Dotters erheben die Eihaut an Stellen, wo äusserlich derselben Zoospermien anhaften.

Sitzungsberichte

der

königl. bayer. Akademie der Wissenschaften.

Oeffentliche Sitzung

zur Vorfeier des Geburts- und Namensfestes
Seiner Majestät des Königs Ludwig II.

am 29. Juli 1882.

Wahlen.

Die in der allgemeinen Sitzung vom 21. Juni vorgenommene Wahl neuer Mitglieder hat die Allerhöchste Bestätigung erhalten und zwar wurden gewählt für die mathematisch-physikalische Classe:

A. Als Ordentliche Mitglieder:

Die bisherigen ausserordentlichen Mitglieder

1) Dr. Carl Wilhelm Kupffer, o. ö. Professor an der k. Universität München und I. Conservator der anatomischen Anstalt des Staates;

2) Dr. Ludwig Radlkofer, o. ö. Professor an der k. Universität München und Conservator an den botanischen Instituten des Staates.

B. Als Ausserordentliche Mitglieder:

1) Dr. Alexander Brill, o. Professor an der k. technischen Hochschule dahier;

2) Dr. Carl Haushofer, o. Professor und Vorstand der chemisch-technischen Abtheilung an der k. technischen Hochschule dahier.

C. Als Correspondirende Mitglieder:

1) Dr. A. Anwers, Professor und Astronom an der k. Akademie zu Berlin;

2) Dr. Carl von Vierordt, o. Professor der Physiologie an der Universität Tübingen;

3) Dr. Ferdinand Zirkel, o. Professor der Mineralogie an der Universität Leipzig;

4) Henry E. Roscoe L. L. D. F. R. S., Professor der Chemie an Owens-College in Manchester;

5) Dr. Johannes Wislicenus, o. ö. Professor an der k. Universität Würzburg;

6) Dr. Georg Schweinfurth, Afrika-Reisender.

Mathematisch-physikalische Classe.

Sitzung vom 4. November 1882.

Herr C. Kupffer spricht über:

„Das Ei von Arvicola arvalis und die vermeintliche Umkehr der Keimblätter an demselben."

(Mit 1 lithogr. Tafel.)

Reichert[1]) hat bereits im Jahre 1849 dem naturwissenschaftlichen Vereine zu Dorpat die Mittheilung gemacht, dass die Ratten und Mäuse, wie die Meerschweinchen, eigenthümliche Entwicklungsverhältnisse darböten, indem die Lagebeziehungen der Rückenplatten und der Darmrinne umgekehrte wären, als bei den übrigen Säugethiereiern.

Diese Beobachtung war in weiteren Kreisen nicht bekannt geworden, so dass Bischoff hiervon ganz unabhängig seine überraschenden Entdeckungen am Meerschweinchen-Eie machte. Bischoff war selbst in der Lage, konstatiren zu können, dass bei Hypudaeus amphibius der Embryo sich in ähnlicher Weise, wie beim Meerschweinchen entwickle und erklärte es für wahrscheinlich, dass dieser Entwicklungsmodus sich noch bei andern Nagern finde.[2])

1) Beiträge zur Entwicklungsgeschichte des Meerschweinchens. Berlin 1862. S. 101.

2) Entwicklungsgeschichte des Meerschweinchens. Giessen 1852. S. 46.

Die Eigenthümlichkeit der Entwicklung
nannten Thieren besteht, wie bekannt, darin,
hältniss zur vermeintlichen Eihöhle die Lagever
Keimblätter entgegengesetzte sind, als es sich so
reiche findet. Das Ectoderm nimmt an dem Ei
die tiefste Stelle ein, umschliesst zunächst
während das Entoderm äusserlich gelegen ist.

Das räthselhafte Phänomen wird um so
als das Kaninchen sich regelmässig entwickelt

Eine gelegentliche Beobachtung an dem F
maus (Arvicola arvalis) gab mir die Bestätigu
dieser Nager, wie die vorher aufgezählten, verl
beschloss, die Lösung des Räthsels an diese
versuchen, da mein Diener das Geschick erlan
Thiere in Menge zu fangen. Im Juli dieses J
mein Assistent, Herr Alexander Böhm, eine Se
schnitten durch eine Uterus-Anschwellung der
und diese Serie bot mir den ersten Anhaltspu
Erklärung der paradoxen Erscheinung.

Sechs Schnitte hatten das cylindrische E
nach getroffen. Es lag im Centrum der die
bedingenden mächtigen Decidua, während das
Lumen des Epithelkanals gegen das Mesometr
schoben war. Zwischen diesem Lumen und
bergenden Höhle fand sich ein Blutsinus.

Das cylindrische Ei zeigte drei Blätter.
hätte man seiner Gestaltung nach als eine
Gastrula auffassen können, an welcher sich zw
derm und Entoderm ein mittleres Keimblatt g
Alle drei Blätter bestanden je aus einer Zell
den Vergleich mit der Gastrula festzuhalten,
Gastrulamund nach der Seite des Mesometri
und an dem Rande der Oeffnung schlug sich d
schen Zellen bestehende innere Blatt in das äus

platte Zellen zeigte, die der Wand der Deciduahöhle, in der das Ei lag, innig anhafteten. Gegen das mittlere Blatt waren sowohl das innere, wie das äussere durch eine starke Cuticula abgegrenzt, die an dem Umschlage theil nahm. Es möge nun dasjenige Ende des Eicylinders, an dem der anscheinende Gastrulamund sich befand, als Basis, das entgegengesetzte als Kuppe des Eies bezeichnet werden.

An dieser Basis befand sich eine Bildung, die das grösste Interesse erweckte. Ein epithelialer Zapfen, der von der Decidua auszugehen schien, ragte weit in die anscheinende Gastrulahöhle hinein und hatte keine Verbindung mit dem inneren Blatte des Ei-Cylinders. Damit schien das Problem gelöst, die vermeintliche Umkehr der Keimblätter am Ei gewisser Nager auf den regulären Entwicklungstypus zurückzuführen. Ich stellte mir den Gang der Vorgänge folgendermassen dar: Nachdem sich eine reguläre Keimblase gebildet hat, wird dieselbe durch Deciduabildung eingekapselt; gegenüber dem aktiven Pole der Keimblase erhebt sich dann ein vom Epithel des Uterus stammender Zapfen, der diesen aktiven Pol einstülpt. Es entsteht eine Pseudo-Gastrula, indem die Einstülpung nicht durch die Vegetations-Verhältnisse der Blastula (Keimblase), sondern durch ein äusseres, accessorisches Moment bedingt wird.

Die durch den Epithelzapfen bewirkte Einstülpung der aktiven Seite der Keimblase ändert aber an dem Entwicklungsgesetze nichts, das durch ein accessorisches Gebilde eingestülpte äussere Blatt der Keimblase verhält sich ebenso, als wenn dieser Process nicht von statten gegangen wäre und entwickelt an dem eingestülpten aktiven Pole den Embryonalschild, die Primitivrinne, die Medullarplatten etc.

Das aus drei Zellenlagen bestehende Ei musste demnach folgendermassen aufgefasst werden: Sowohl das innere, wie das äussere Blatt, die an der Basis durch Umschlag in einander übergehen, sind Ectoderm der Keimblase im bis-

herigen Sinne, das dazwischen gelegene mitt
Entoderm, das sich im Innern der eingestülpt
gebildet haben mag, wie das Entoderm überha
thierei entsteht.

Nachdem ich diese noch durch verschied
gestützte Anschauung erlangt hatte, schrieb
am 28. September, er hätte die „Meerschwein
einer äusserst einfachen Weise, conform stre
führung der histologischen Blättertheorie, gel
hinzu, es machte mir vielleicht Vergnügen, da
das geschlossene Ei bei verloren gehender Z
lösen. Diese Zurückhaltung war mir sehr ge
theilte ihm die Lösung mit, die ich gefun
glaubte. Er replicirte am 4. Oktober, dass di
bei den Mäusen wohl andere seien, als beim Mee
für das Ei der Maus könne meine Erklärung
indessen sei er davon doch nicht überzeugt.
Mittheilung wird allernächstens publicirt werd

Am 8. Oktober besuchte mich Selenka n
einige Präparate aus einer Fülle von Schnitt
Uterus und Ei der weissen Varietät der H
Wir waren also gleichzeitig unserer drei mi
desselben Problems beschäftigt. Die musterhaf
umfassten einen grösseren Zeitraum der Entw
meine eigenen von der Feldmaus und zeigten i
zügen der Entwicklung Uebereinstimmung zw
Arten, aber doch auch viele Besonderheiten.
stritt es entschieden, dass das Epithel des U
vorliegenden Bildungen betheiligt sei und nac
paraten musste ich ihm beistimmen.

Wenn aber die Ursache der Einstülpung i
gegeben war, so blieb der Process an und für
haft und die Herkunft des einstülpenden Gel
Es fehlten noch zum Verständniss jüngste Stadi

blase. Im Laufe des Oktober nun haben meine beiden Assistenten eine grosse Zahl von Schnittserien durch den trächtigen Uterus der Feldmaus angefertigt und ich bin jetzt in der Lage, von dem Stadium der kugligen Keimblase an bis zu dem Stadium des Beginnes der Amnionbildung den Gang der Entwicklung zu überblicken. Meine erste Auffassung habe ich in einem Punkte berichtigen müssen, der den einstülpenden Zapfen betrifft. Derselbe wird vom Eie selbst geliefert, aber von jener besonderen Schicht des Säugethiereies, die wir durch eine glänzende Entdeckung Rauber's[1]) kennen gelernt haben. Nach seiner Beobachtung zeigt die Keimblase des Kaninchens bei einer Grösse von $^5/_4$—3 mm Durchmesser die Besonderheit, dass im Bereich der Keimscheibe das Ectoderm zweischichtig ist. Es besteht aus einer tieferen Lage kubischer bis cylindrischer Zellen, denen äusserlich platte Zellen auflagern. Ausserhalb der Keimscheibe zeigt das Ectoderm nur eine einfache Lage platter Zellen. Die oberflächliche Schicht platter Zellen im Bereich der Keimscheibe ist aber keine bleibende, denn bei Eiern von 6 mm Durchmesser ist sie verschwunden. Rauber nennt diese transitorische Lage Deckschicht. Erst die unter den Deckzellen gelegene zweite Schicht stellt das bleibende, in bekannter Weise an dem Aufbau des Embryo sich betheiligende Ectoderm dar, auf welches dann das Entoderm folgt. Mithin ist die Keimscheibe in jener frühen Periode dreischichtig. Unabhängig von Rauber hatte E. Van Beneden[2]) an Kaninchaneiern vom 5. Tage bei einem Durchmesser von 2—4 mm eine dreifache Schichtung an der Keimscheibe konstatirt. Er bezeichnet diese Gegend demnach als region

---

1) Sitzungsberichte der naturforschenden Gesellschaft zu Leipzig. 1875. Sitzung vom 3. Dec. S. 103.

2) Extrait des Bullet. de l'Academ. royale de Belgique. 2me ser. t. XL n. 12. 1875. p. 47.

tridermique du Blastoderme. Die äusserste
auch er aus platten Zellen bestehen. Doch ve
von Rauber's Auffassung abweichende Deutu
Schichten.

Lieberkühn[1]) bestätigte beim Ei des Ka
Vorhandensein der Deckschicht Rauber's wie
Verschwinden derselben im Bereich der Keir
wies am Ei des Maulwurfs Verhältnisse nach,
demselben Sinne auffassen lassen. — Auch Kölli
sich auf Grund eigener Untersuchungen des
der Darstellung Rauber's an.

Es existirt also wenigstens am Eie des K
Bereich der Keimscheibe eine an der Bildung
sich nicht betheiligende, oberflächliche, vergän
schicht.

Diese Deckschicht findet sich auch an
Feldmaus, geht aber hier nicht verloren, son
und giebt einem accessorischen Gebilde die En
die Einstülpung verursacht.

Ich gehe zunächst an die Schilderung
Stadien der Keimblase nach Durchschnitten d
in situ im Uterus.

Die vorausgehende Behandlung der Objekte
Das trächtige Uterushorn wurde in toto, in leich
Zustande (durch Anstecken der Enden auf Ko
Chromsäurelösung, je nach der Grösse, 24—48
gehärtet, darauf in Wasser ausgewaschen u
allmäligen Erhärtung in Alkohol unterzogen.
färbung erfolgte mittelst einer Borax-Carmi
mein Assistent Herr Böhm folgendermassen an

1) Ueber die Keimblätter der Säugethiere. Marbu
2) Zool. Anz. 1880 Nr. 61 und 62.

Carmin	1,5 g
Borax	5,5 g
Aq. dest.	100,0 g.

Zuerst wird die Mischung von Carmin und Borax im Mörser verrieben, dann das Wasser zugesetzt und umgerührt. Die Lösung bleibt 24 Stunden stehen. Die überstehende Flüssigkeit wird abfiltrirt. Diese Lösung hat sich zur raschen Durchfärbung dickerer Objekte bewährt. Embryonen von der Grösse eines Hühnchens vom 10. Brüttage sind binnen 24 Stunden vollständig durchgefärbt. Ausgewaschen wird mit 70 % Alkohol, der mit einigen Tropfen Salzsäure versetzt ist. Das Auswaschen dauert 24—36 Stunden.

Nach der Färbung wurden die einzelnen Anschwellungen des Uterus durch Querschnitte zwischen denselben isolirt, in Nelkenöl aufgehellt, in Paraffin gebettet. Die Schnitte wurden nach der von W. Giesbrecht[1]) angegebenen Methode auf dem Objektträger fixirt, vom Paraffin durch Terpentin befreit, in Canadabalsam eingeschlossen. Die Dicke der Schnitte war absichtlich nicht zu gering gewählt, sie betrug circa $^1/_{60}$ mm.

Es ergab sich, dass Querschnitte durch die Anschwellung die dem Uterus-Epithel anhaftende Keimblase günstig trafen und den Keimhügel resp. die Keimscheibe in mehreren Durchschnitten zur Anschauung brachten. Später, nachdem die Einstülpung begonnen, waren Längsschnitte parallel der Fläche des gespannt gedachten Mesometrium günstiger, um den Eicylinder nebst dem einstülpenden Zapfen der Länge nach zu schneiden.

Die beigefügten Abbildungen sind insofern halbschematische, als Faltungen der Keimblase ausgeglichen sind. Im Uebrigen wurden die Verhältnisse nach den

---

1) Mittheil. aus der Zool. Station zu Neapel. Bd. III. und Zool. Anz. Nr. 92. 1881.

mit dem Prisma entworfenen Contouren der C
nungen entworfen. Letztere, die die Blase in si
zeigen, will ich bei einer anderen Gelegenhei

Das jüngste Ei, das ich überhaupt gesehe
sprach dem Stadium, das Lieberkuhn [1]) in
Maulwurf zeichnet. Es wurde erlangt, indem
Anschwellung in frischem Zustande auf dem
fast in der Mitte, der Quere nach mit dem
durchschnitten wurde. Die bei leichtem Druc
Hälften hervorkommende Flüssigkeit enthielt
war von der etwas gequollenen Zona pellucida
die auf der einen Seite doppelt so dick wa
als auf der entgegengesetzten, 0,02 mm. An
Seite war die Zone lamellös gelockert. Mit der
der Durchmesser 0,16 mm. Der Inhalt war fe
schwach durchscheinend, an einer Stelle der Peripl
Nachdem Müller'sche Flüssigkeit zugesetzt war, k
Inhalt etwas, man sah Kerne und polyedrische Ze
der Oberfläche und erkannte deutlich an der di
der Peripherie den linsenförmig nach innen vo
Keimhügel. Ehe die Färbung gelang, ging das

Die folgenden Stadien der Keimscheibe i
der Zona kenne ich nur aus Schnittserien und i
das Alter derselben theils nach der Lage im Ut
ein und demselben Thiere, theils nach der B
der Keimscheibe und dem Verhalten des Uteru

Die nächst jüngste Keimblase war durcl
einer Serie getroffen worden. Die Zeichnu
Schnitte entnommen, den ich für den medianen
Durchmesser der Blase betrug höchstens 0,9 mı
aber nicht genau bestimmen, da sie etwas kc
Der Querschnitt der Uterushöhle war Tförmig

1) Keimblätter der Säugethiere. Marburg 1879.

rechte Schenkel des T lag in der Richtung vom Mesometrium zum freien Rande. An dem dem freien Rande des Uterus zugekehrten Ende dieses Schenkels der Höhle lag die Keimblase. Der Keimhügel sah gegen das Mesometrium. Das Epithel des Kanals war vollständig erhalten. Zacken einer schleimartigen Masse hefteten den peripheren Theil des Blastoderms locker an das Cylinderepithel des Uterus an. Eine einfache Schicht im Durchschnitt spindelförmiger Zellen bildete die Blase im peripheren Theile, der Keimhügel zeigte dreifache Schichtung. Zu oberst fanden sich dieselben im Durchschnitt spindelförmigen, in der Flächenansicht polyedrisch platten Zellen, darunter lag eine rundliche Portion, die aus einer scharf umschriebenen Zellengruppe bestand. Die Zellen waren radiär geordnet. In dritter Schicht fand sich eine feinkörnige Substanz, die in der Ebene des Schnittes 3 unregelmässig gestellte Kerne enthielt. Zellgrenzen waren nicht bestimmt zu sehen. Die oberste Lage platter Zellen des Keimhügels ging kontinuirlich in die entsprechend gestalteten des peripheren Theils der Blase über. Diese platten Zellen lagen einer deutlich ausgebildeten Cuticula auf, die den Inhalt der Blase zunächst umschloss. (Fig. 1.)

Eine zweite Schnittserie wurde durch die zunächst distalwärts gelegene Anschwellung desselben Uterushornes gelegt und enthielt gleichfalls in 5 Schnitten die Keimblase, vier Schnitte waren durch den Keimhügel gegangen. Fig. 2 ist nach dem zweiten Schnitte entworfen, der die grösste Dicke des Keimhügels aufwies, nemlich 0,025 mm. Der Durchmesser der Blase betrug 0,9 mm. Das Lumen des Uterus verhielt sich wie in der ersten Serie, die Blase war durch zarte Fetzen, in denen sich 2 Zoospermien befanden, an das intakte Epithel zunächst dem freien Rande des Uterus locker befestigt. Die Weite des Kanals betrug das Doppelte des Durchmessers der Blase.

Die äussere Schicht platter Zellen verh
ganzen Umfange der Blase wie im ersten Falle.
die diese Schichte einwärts begrenzte, war s
An einem Schnitte fehlten einige Zellen, aber
war intakt.

Veränderungen waren an den beiden ande
des Keimhügels vor sich gegangen. Die Zellen
Schicht bildeten nicht mehr eine kugelige Por
waren flacher angeordnet, aber in zwei Lagen
Die dritte Schichte hatte sich gleichfalls flacher
Zellcontouren waren deutlicher zu sehen, die
drisch, zwischen der mittleren und dritten
sich gleichfalls ein ebener glatter Contour, der
Cuticula bezogen werden konnte und mit der d
Zellen tragende Cuticula verschmolz. Es fa
diese mittlere Schichte zwischen zwei cuticular

Das nächste Stadium, Fig. 3, fand sich in e
serie von einem anderen Individuum. Die An
des Uterus waren nicht bemerklich stärker,
ersten, der Querschnitt der Lichtung des
Tförmig, sondern ein einfacher Spalt, der von
Mesometrium zum freien Rande verlief. Der
schmäler, als der Durchmesser der Keimblase
mass 0,1 mm, lag am Grunde des Spalts gege
Rand hin in einer Erweiterung des Kanals. D
Theil der Keimblase wurde von der Wand des
umschlossen, hier fehlte aber bereits das Cylinder
reiches Deciduagewebe durch einen glatten Co
grenzt, stiess unmittelbar an die platten Zelle
Der Keimhügel aber lag frei und sah gegen das M
An diesem Hügel waren nun die Zellen der mittl
in einer einfachen Lage geordnet, eine Scheibe
sowohl gegen die Deckschicht, wie gegen die
ganz scharf durch die bereits erwähnten Cuticul

war. In der Mitte der Scheibe waren die Zellen fast cylindrisch, gegen die Peripherie sich abflachend. Die dritte Schicht zeigte eckige, stärker granulirte Zellen, die noch in unregelmässiger Doppelreihe sich fanden. Besonders wichtig erschienen aber die Verhältnisse der Deckzellen am Keimhügel. Sie waren weniger flach, als vorher und fingen an sich zu vermehren, es zeigte sich zum Theil eine zweite Reihe von Zellen. Die Deckschicht also, anstatt zu verschwinden, wie beim Kaninchen, persistirte und fing sogar an zu wuchern.

Nachdem die mittlere Schicht sich flach ausgebreitet und sich zugleich durch Cuticulae gegen die beiden anderen Schichten abgegrenzt hatte, konnte über die Bedeutung dieser Schichten kein Zweifel mehr bestehen. Bei Benennung derselben schliesse ich mich der bisher für das Säugethierei üblichen Terminologie an, lediglich um der bequemeren Verständigung willen. Ich selbst vertrete eine von der bisherigen etwas abweichende Auffassung, die indessen hier zu betonen nicht der Ort ist.

Im Anschlusse also an die bisherige Terminologie würden die obere und mittlere Schicht der Keimscheibe als Ectoderm zu bezeichnen sein, die untere Schicht als Entoderm. Das Ectoderm ist zweischichtig, beide Schichten sind durch eine Cuticula getrennt. Die obere repräsentirt die Deckschicht Rauber's, die untere das definitive Ectoderm Lieberkuhn's[1]), das wiederum durch eine Cuticula von den Zellen getrennt ist, die das Entoderm der Autoren darstellen. Die Bezeichnung „definitives Ectoderm" ist aber unter der Voraussetzung der Vergänglichkeit der Deckschicht gewählt; ist die Deckschicht gleichfalls eine definitive, so erscheint die Bezeichnung ungeeignet. Ich werde daher vorläufig die zweite Schicht des Ectoderms als Grundschicht desselben benennen.

1) L. c. S 15.

Die äussere und innere Cuticula, die resp. an der oberen und unteren Fläche der Grundschicht des Ectoderms gelegen sind, fliessen am Rande der Keimscheibe zusammen und es erstreckt sich in dem ganzen Bereiche des peripheren Theils der Keimblase eine einfache Cuticula.

Zwischen dem Stadium der Fig. 3 und dem nächst beobachteten, Fig. 4, findet sich eine Lücke, die ich bisher nicht habe ausfüllen können. Dieses letztere Stadium liegt in mehreren Schnittserien vor, theils queren, theils longitudinalen, in letzterem Falle war die Schnittrichtung parallel dem Mesometrium.

Das Ei fand sich durch die Decidua abgekapselt, indem zwischen der Stelle seiner ursprünglichen Fixation und dem Mesometrium der Kanal des Uterus dem Haupttheile nach obliterirt war und nur ein enger zackiger Rest des Kanals in der Nähe des angehefteten Randes persistirte. Die Deciduakapsel, in der das Ei lag, umschloss dasselbe eng.

Die Gestaltung des Eies wird durch Fig. 4 illustrirt. Es hat eine Einstülpung stattgefunden und zwar sind die Grundschicht des Ectoderms und das Entoderm, dicht an einander liegend, aber durch die schon erwähnte Cuticula von einander abgegrenzt, in das Innere des Eies eingestülpt. Die Ursache der Einstülpung liegt in einem Zapfen vor, der mit der äusseren Zellenschicht des Eies kontinuirlich zusammenhängt. Der Zapfen ist nicht massiv, die Axe ist hohl, die Wand besteht durchschnittlich aus zwei Zellenlagen, die aber zunächst nicht ganz regelmässig geordnet sind. Die Basis des Zapfens scheint verschlossen zu sein. Die äussere Cuticula, die die Deckschicht in den früheren Stadien trägt, bekleidet hier die innere Fläche des Zapfens, erscheint also an der Basis eingestülpt, wie die innere Cuticula. Gegen die Spitze des Zapfens aber ist die Cuticula im Schwinden begriffen. Eine Verbindung zwischen

der Decidua und dem Zapfen habe ich in diesem Stadium nicht auffinden können.

Zwischen dem Zapfen und der Grundschicht des Ectoderms finde ich an allen Präparaten einen Zwischenraum, ohne bestimmen zu können, wie weit derselbe durch die Erhärtung bedingt ist, jedenfalls hatte sich die Grundschicht des Ectoderms von dem Zapfen gelöst.

Die Dimensionen in diesem Stadium anlangend, so betrug die Breite, im Durchschnitt mehrerer Messungen, 0,09 mm, die Höhe, von der Basis des Zapfens bis zum passiven Pol 0,075 mm.

Auch zwischen diesem und dem folgenden Stadium, das die Fig. 5 wiedergibt, fehlen mir einige Zwischenglieder, indessen ist die Herleitung beider aus einander leicht. Das Ei wird länglich, annähernd cylindrisch, erhält Aehnlichkeit mit dem Eicylinder des Meerschweinchens, die einzelnen Lagen haben sich mehr von einander entfernt. Der Zapfen ist hohl und an der Basis dringt von der Decidua aus ein gefässhaltiger Fortsatz ein. Die Wand des Zapfens besteht deutlich aus zwei Zellenlagen. Die äussere Cuticula ist nur noch an der Basis des Zapfens scharf zu sehen, wo sie sich mit der innern verbindet, aber weiterhin, gegen die Spitze des Zapfens zu, scheint sie verschwunden zu sein.

Die eingestülpte Grundschicht des Ectoderms hat sich differenzirt, an dem Scheitel der eingestülpten Lage, d. h. in der Region, die vor der Einstülpung dem aktiven Pol des Eies entsprach, ist eine sekundäre Ausbuchtung entstanden, die kubische bis cylindrische Zellen zeigt, es ist die — hohle — area embryonalis, der „Fruchthof" Bischoffs[1]) am Meerschweinchen-Ei. Die Grenzen des Fruchthofes sind gegen den übrigen Theil des eingestülpten Ectoderms, der plattere Zellen zeigt, abgeknickt. Zwischen der eingestülpten

1) Entwicklungsgeschichte des Meerschweinchens. S. 32.

Grundschicht des Ectoderms und dem Entoder
wie vor die innere Cuticula, die sich an der
cylinders mit der äusseren verbindet.

Das Entoderm besteht aus rundlichen Zell
bis zu der Verbindungsstelle beider Cuticulae.
Ectoderm, d. h. der von der Einstülpung ni
Theil desselben, der als äusserste Lage des Ei
der Deciduakapsel enge anliegt, führt platte Z
äusseren Cuticula aufliegen. An einigen Prä
ich die Cuticula sehr deutlich isolirt, aber di
streckenweise nicht mehr wahrzunehmen. D
Keimblase, h, ist geräumig, und ebenso stel
von dem eingestülpten Ectoderm weit ab, beid
halten einige lockere Gerinnsel.

Das letzte Stadium endlich, das ich no
Klarheit habe beobachten können, wird durc
Anschauung gebracht; die Zeichnung ist aus
ander folgenden Schnitten einer Serie kombinir
Schnitten aber war der Zapfen hinausgeschol
rissen. Die Fetzen lagen über der Decidua
nicht mit Sicherheit in ihrem Bau erkannt v
die in die Zeichnung aufgenommenen platten Z
Basis des Eies waren als Reste des Gebildes
Das ganze Ei mass von der Basis bis zur Ku
die grösste Breite betrug die Hälfte der Länge

Das Stadium charakterisirt sich durch der
Mesodermbildung, ms; das eingestülpte Ectod
Bereich des Fruchthofes, ae, hohe in einande
Cylinderzellen, deren Kerne in mehreren Re
Aber auf beiden Seiten des Schnittes sind die
nicht gleich, indem sich links eine gegen die
erfolgende Ausstülpung zeigt, al, die nichts
kann, als die erste Anlage der Allantois, wenn
sprechende Stadium am Eie des Meerschweinche

ziehe, das dieselbe Bucht zeigt und zwar an der Stelle der im Flächenbilde nicht zu verkennenden Allantois-Anlage. Zwischen dieser und dem Entoderm findet sich eine Gruppe rundlicher Zellen, das Mesoderm, ms.

Gegen die Basis zu wird die Region des Fruchthofes nebst der Allantois-Anlage von gegen die Axe des Eicylinders vorspringenden Ectodermfalten begrenzt, den Amnionfalten, und zwar würde die an die Allantois angrenzende als Schwanzscheide, die andere als Kopfscheide aufzufassen sein. Zwischen den Amnionfalten und der Basis besteht das Ectoderm aus kubischen Zellen, die an der Basis bis an die äussere Cuticula reichen. Das Entoderm besteht im Bereich des Fruchthofes aus platten Zellen, die gegen die Basis hin successive höher werden. Während aber in dem Stadium der Fig. 5 die Entodermzellen nur bis an die Basis reichten, haben sie sich jetzt an der ganzen Innenfläche der äusseren Cuticula als kontinuirliche Lage platter Zellen ausgebreitet. Es ist also die Eihöhle, h, zum Dottersack geworden. Dagegen schwinden die bisher an der äussern Seite derselben Cuticula gelegenen Zellen des peripheren Ectoderms. Ich finde sie nur noch ganz vereinzelt und bin geneigt anzunehmen, dass späterhin die äusserste Lage des Eies, die dem grösseren Theil der serösen Hülle normal sich entwickelnder Säugethiereier entspräche, hier nur durch eine strukturlose Lamelle, d. h. die bereits an der Keimblase vorhandene äussere Cuticula repräsentirt wird.

Mit dem in Fig. 6 dargestellten Längsschnitte durch das Ei der Feldmaus muss ich vorläufig die Mittheilung schliessen. Eine auf dieses Stadium folgende kurze Periode bietet an diesem Objekte grosse Schwierigkeiten. Der Embryo nimmt wahrscheinlich eine Schrägestellung im Uterus ein, die weder auf Längs- noch Querschnitten klare Bilder erlangen lässt. Das bisher dargelegte gestattet aber, die Resultate in folgende Sätze zusammenzufassen:

1. Das Ei der Feldmaus bildet eine normale Keimblase, die im Bereich der Keimscheibe eine Schichtung zeigt, wie sie auch beim Ei des Kaninchens beobachtet wird.

3. Die Besonderheit an dem Ei der Feldmaus wird durch das Verhalten der am Kaninchen-Ei vergänglichen Deckschicht bedingt, welche, anstatt zu vergehen, wuchert und einen Zapfen erzeugt, der den aktiven Pol des Eies einstülpt. Diese durch eine accessorische Bildung hervorgebrachte Einstülpung bedingt die anscheinende Umkehr der Keimblätter.

3. Abgesehen von dieser Einstülpung der aktiven Seite des Eies verläuft die Entwicklung normal. Es bildet sich ein vollständiger Dottersack und, nach den Anfängen zu urtheilen, auch ein Amnion in gewöhnlicher Weise.

4. Das Mesoderm erscheint in der Umgebung einer Bucht, die sich an einer Stelle der Peripherie des Fruchthofes (area embryonalis) bildet und als blinde Ausstülpung des Ectoderms gegen die Höhle des Dottersackes aufzufassen ist. Diese Bucht kann mit grosser Wahrscheinlichkeit als Anlage der Allantois bezeichnet werden.

5. Wenn auch, nach dem bisher bekannten, Differenzen zwischen dem Ei der Feldmaus, nachdem es Cylinderform angenommen, und dem entsprechenden Stadium des Meerschweinchen-Eies bestehen, so lässt sich doch mit Sicherheit sagen, dass Bischoff mit seiner Auffassung, das ganze von ihm als Zapfen oder Ei-Cylinder bezeichnete Gebilde sei das Ei[1]), im Rechte war gegenüber den abweichenden Anschauungen von Reichert[2]) und Hensen[3]), die nur einen kugligen Körper im Innern des freien Endes des Cylinders als Ei ansahen.

1) Bischoff, Neue Beobachtungen etc., p. 31. Abhandl. d. k. bayr. Akad. d. Wiss. II. Cl. X. Bd. I. Abth. München 1866.

2) L. c. S. 138 u. 139.

3) Zeitschr. f. Anatom. Bd. I S. 408.

Erklärung der Abbildungen.

Sämmtliche Figuren beziehen sich auf das Ei von Arvicola arvalis. Vergrösserung $\frac{500}{1}$.

c äussere Cuticula.

c′ innere Cuticula.

d Deckzellen des Keimhügels, resp. der Keimscheibe.

dz Einstülpender Zapfen, der aus den Deckzellen hervorgeht.

ec peripheres Ectoderm der Keimblase, resp. des Eicylinders.

ec′ Grundschicht des Ectoderms, die eingestülpt wird.

en Entoderm.

h Höhle der Keimblase.

h′ Höhle des Dottersackes.

ae area embryonalis.

al Allantois-Anlage.

am Amnionfalten.

ms Mesoderm.

v Blutgefäss.

Sitzung vom 2. Dezember 1882.

Herr Prof. Dr. C. Haushofer trägt vor:

1. „Ueber die Krystallform der Borsäure ($H_3 BO_3$)."

Seit den Messungen Miller's[1]) und Kenngott's[2]) an der Borsäure ist zur Entscheidung der Frage, ob sie — wie Miller angenommen hatte, triklin oder, wie Kenngott angibt, monoklin krystallisire, kein weiterer Schritt geschehen. Da das analog constituirte Thonerdehydrat, der Hydrargillit, nach Descloiseaux monoklin krystallisirt und sowohl im Habitus, als in der Spaltbarkeit der Borsäure sehr ähnlich erscheint, da ausserdem Rammelsberg auf Grund seiner Untersuchungen des Turmalin eine isomorphe Vertretung von Thonerde durch Borsäureanhydrid annahm, musste die Ansicht, dass auch die Borsäure monoklin krystallisire und dem Hydrargillit isomorph sei, an Wahrscheinlichkeit gewinnen.

Ich habe es versucht, die Frage durch wiederholte Messungen zu entscheiden und hatte, um zu diesem Zwecke Material zu gewinnen, eine kalt gesättigte Lösung hergestellt und bei unvollkommenem Verschlusse sehr langsamer Verdunstung überlassen. Nach fast einem Jahre war der

1) Pogg. Ann. 23, 558.
2) B. d. Wien. Akad. 12, 26.

Boden des Gefässes mit einer dünnen Krystallrinde überdeckt, aus der sich zahlreiche kurzprismatische Krystalle erhoben. Unter diesen fanden sich mehrere, an welchen nicht blos die Flächen der Prismenzone, sondern auch eine Pyramidenfläche so vollkommen entwickelt waren, dass sie gute Messungsresultate gaben. Die Differenzen bei fünf verschiedenen Krystallen übersteigen nicht 10′. Durch die Messungen wurden die Angaben Miller's vollkommen bestätigt. Die Säure ist demnach triklin;

$$a : b : c = 1{,}7329 : 1 : 0{,}9228;$$
$$\alpha = 92^0\ 30'$$
$$\beta = 104\ \ 25$$
$$\gamma = 89\ \ 49$$

Die meisten Krystalle bilden kurze Prismen oder dicke Tafeln von hexagonalem Habitus (Fig. 1); die ebenen Winkel der basischen Fläche betragen 120° 8′, 119° 51′, und 120° 1′. Am freien Ende erscheinen die Krystalle begränzt durch einen tonnenförmig verlaufenden Flächencomplex, von welchem jedoch nur die Fläche 0 P (001) = c und die Tetartopyramide ,P ($\bar{1}11$) = o brauchbare Messungen zuliessen. In der prismatischen Zone herrschen ∞ P, (110) = p und ∞ ,P ($1\bar{1}0$) = q; die Pyramidenflächen P′ (111) = ν, ′P ($1\bar{1}1$) = ω, und P, ($11\bar{1}$) sowie die Hemidomenflächen —P∞ (101) = r und P∞ ($10\bar{1}$) = s waren stets aufgewölbt; das Flächenpaar ∞ $\bar{P}$ ∞ (100) = a erscheint in der Regel untergeordnet, manchmal auf schmale Reste reducirt aber stets vollkommen glatt, während q und besonders p durch starke Streifung nach der Combinationskante mit 0 P charakterisirt sind. — Ausgezeichnet spaltbar nach 0 P.

Kantenwinkel:

	Gemessen H.		Miller		Berechnet	
$c:q = (001)(1\bar{1}0) =$	* 95°	8′	95°	7′	—	—
$c:a = (001)(100) =$	*104	24	104	24	—	—
$a:q = (100)(1\bar{1}0) =$	*120	26	120	45	—	—
$a:p = (100)(110) =$	*121	6	120	45	—	—
$c:o = (001)(\bar{1}11) =$	*131	18	132	0	—	—
$c:p = (001)(110) =$	99	32	99	30	99°	30′
$o:p = (\bar{1}11)(110) =$	118	30	—	—	118	40
$r:c = (111)(001) =$	—	—	139	0	138	42
$\omega:c = (1\bar{1}1)(001) =$	—	—	137	0	136	38
$n:c = (\bar{1}\bar{1}1)(001) =$	—	—	129	0	128	47,

Wenn auch die Resultate der Winkelmessung vollkommen ausreichen um über die Krystallform zu entscheiden, so werden sie doch noch wesentlich unterstützt durch das optische Verhalten der Krystalle. Zwei ganz klare prismatische Krystalle gestatteten die Bestimmung der Auslöschungsrichtung auf a (100). Dieselbe schneidet die Kante a? unter 12—13° oben nach rechts geneigt.

Die Borsäure ist demnach nicht isomorph mit dem Hydrargillit, wenn der letztere wirklich dem rhombischen System angehört. Von Interesse erscheint die pseudohexagonale Symmetrie der Borsäure in ihrem basischen Querschnitte und die daraus hervorgehenden ebenen Basiswinkel von 120° 1′ resp. 59° 59′. —

2. „Ueber Zwillingsbildungen am Orthoklas."

Während am Pegmatolith, dem Orthoklas der Granite und Porphyre, eine ganze Reihe von Zwillingsgesetzen bekannt ist, unter welchen schon Zwillingsflächen höherer Ordnung z. B. die Pyramide $\frac{5}{4}$ P $\frac{5}{4}$, das Klinodoma 5 P ∞ erscheinen, beschränken sich die Zwillingsbildungen am Adular fast ausnahmslos auf zwei Gesetze, das sog. Manebacher (Zwillingsebene die Basis) und das Bavenoer (Zwillingsebene das Klinodoma 2 P ∞). Ich habe mir die Aufgabe gestellt, jene Verwachsungen von Adular auf ihre Gesetzmässigkeit zu prüfen, welche nicht den symmetrischen Bau der gewöhnlichen Zwillinge zeigen. Es liegt nämlich nahe zu denken, dass alle verwachsenen Krystalle einer Substanz, die einen und denselben genetischen Ausgangspunkt haben, gesetzmässige Beziehungen ihrer gegenseitigen Lage besitzen müssen. Freilich gibt es für die Frage, ob zwei verwachsene Krystalle einen solchen gemeinsamen Bildungsmittelpunkt, vielleicht eine Doppelpartikel als Anfang des Wachsthumes besitzen, kein äusseres Kriterium und selbst dann, wenn wirkliche Durchwachsungen vorliegen, bei welchen die beiden Individuen über ihre wechselseitigen Gränzen hinausragen, ist die Möglichkeit einer zufälligen regellosen Verwachsung nicht ausgeschlossen, wenn auch geringer. Man wird sicher auch Fällen begegnen, in welchen eine Entscheidung darüber, ob man es mit einer regellosen oder einer gesetzmässigen Verwachsung zu thun habe, nicht gegeben werden kann.

In der jüngsten Zeit fand ich, — allerdings erst nach mancher Arbeit von negativem Resultate — an zwei Adulargruppen aus dem Floitengrunde im Zillerthal eine Verwachsung, die einem neuen Gesetze entspricht. Nach diesem ist eine Fläche der als Krystallfläche noch nicht beobachteten

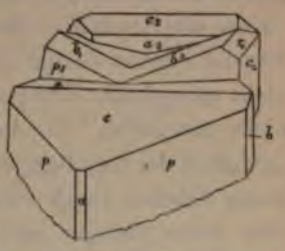
Klinopyramide 3 P $^{3}/_{5}$ (2 . 5 . $\bar{1}$5) als Zwilling
sehen. Eines der beiden Exemplare gestattete
Winkelmessungen, welche der Berechnung mi
Genauigkeit entsprechen. Die basischen Fl
Individuen bilden einen Winkel von 144° 5
144° — 144° 30′), die Prismenflächen einen e
Winkel von 93° 42′; die Messung konnte nicl
dern nur an einem Harzabdruck ausgeführt
ergab 93° 10′.

Es fand sich ferner eine Verwachsung zw
von demselben Fundorte) mit parallelen Ver
einem einspringenden Winkel von 99° 40′ z
benachbarten Prismenflächen. Die Berechnung
eines Prisma's ∞ P 10 (1 . 10 . 0) ergibt für
99° 34′ — eine bei so grossen Krystallen
wartende Uebereinstimmung.

Ein anderes Stück von diesem Fundorte ze
falls noch nicht beobachtete Verwachsung zw
Krystalle nach der Fläche der negativen Hemipy
Bei diesem Zwilling legen sich die beiden I
ihren Rückseiten aneinander; die beiderseiti
Flächen fallen dann in eine Zone mit einer
und bilden einen Winkel von 118° 18′ — geme
Es ist schwer, einer so auffallenden Uebereinstin
über, die sich überdiess auf eine zuverlässige W
stützt, an ein zufälliges, regelloses Zusamm
denken — wenn auch die Zwillingsfläche als
noch nicht beobachtet ist und bis jetzt blo
Thatsache dieser Art vorliegt.

Auf der Hemidomenfläche grosser Adulare
hart kann man oft ein System von flachen,
Vertiefungen beobachten, für welche eine D
nahe liegt, da man es dem Anscheine nach

Bildungen zu thun hat.[1]) Diese Vertiefungen müssen auf die Wirkung des für den Adular gewöhnlichsten Zwillingsgesetzes bezogen werden, wonach die Zwillingsebene das Klinopinakoid $2\,\breve{P}\infty$ ist. Ich hatte Gelegenheit, einen sehr vollkommen ausgebildeten Zwilling oder vielmehr Drilling dieser Art zu beobachten, der aus einem einfachen Krystall besteht, an dessen Hemidomenfläche sich zwei knieförmig vereinigte Individuen in jener Lage gegen den ersten Krystall anfügen, die durch das Bavenoer Gesetz bedingt ist. (Fig. 2).[2]) Dadurch bilden sich eigenthümlich dreikantige Vertiefungen zwischen den drei Individuen und der Vergleich derselben mit den oben erwähnten vertieften Hemidomenflächen lässt kaum einen Zweifel darüber, dass man es mit Wirkungen ein und derselben Ursache zu thun habe und dass die bezeichneten Verwachsungsverhältnisse tief in den Bau der Adularkrystalle eingreifen.



Eine demselben Gesetze entsprechende Verwachsung beobachtete ich an einem grossen Pegmatolithkrystall aus der Gegend von Zwiesel, an welchem überdiess der um fast zwei Grad von dem des Adular abweichende Winkel β mit Sicherheit bestimmt werden konnte.

An manchen Adularzwillingen des Zillerthals tritt die Erscheinung hervor, dass die einzelnen Individuen sich im Innern als unregelmässig begränzte Massen aneinander-

---

1) Die Erscheinung ist nicht leicht mit den schon früher beschriebenen Streifungen auf $P\infty$ zu verwechseln. Vgl. z. B. Quenstedt Hdb. d. Min. 1877. S. 264.

2) In der Figur bedeutet $c = 0P$, $b = \infty P\infty$, $a = \infty P\infty$, $r = 2P\infty$, $p = \infty P$. Die Zeichnung ist, um den Bau des Drillings besser zu veranschaulichen, mit stark nach vorn geneigter Verticalaxe entworfen.

schliessen — eine Erscheinung, wie sie an den
zwillingen des Quarzes in hoher Vollkommenh
An solchen Adularzwillingen dieser Art t
Individuen oft nur als Schalen neben und
deren auf.

Die Prüfung der gesetzmässigen Lage
gegeneinander an der Hand der Winkelmessu
gewissen Schwierigkeiten verbunden, die zu
Grösse der Krystalle, öfter noch in der Flächen
derselben ihren Grund haben. Für die Messu
nicht spiegelnder Krystallflächen ist das Reflexi
nicht anwendbar, das Anlegegoniometer hinsic
nauigkeit der Resultate unzulänglich. Man hat
matte Flächen durch einen Ueberzug von Gela
oder durch Belegen mit Deckglas spiegelnd z
dadurch die Anwendung des Reflexionsgoniome
lichen. Ich habe es versucht, diese beiden Me
gleichen und auf ihren Werth zu prüfen.

Nachdem ich zuerst an planparallelen G
Einfluss eines Harzüberzuges von zunehmend
aufgekitteten Deckglases auf die Messungsresult
hatte, wiederholte ich die Operationen an viel
flächig ausgebildeten aber matten Krystallen
zu dem Ergebnisse, dass die Differenzen zwi
messenen und den wahren Winkelgrössen bei de
eines dünnen Harzüberzuges im Maximum 15'
Anwendung aufgelegter Deckgläschen aber bis
können, dass also für die Praxis die Anwendung
überzuges — wenn dabei auch die Reflexion
unvollkommener ist, doch bessere Werthe gibt a
der matten Flächen mit Glas. Der Grund is
einzusehen. Eine einzelne kleine Erhöhung

hebliche Divergenz des Deckglases verursachen, während sie auf den Reflex von einer gefirnissten Fläche ohne merkbaren Einfluss bleibt. Es ist übrigens selbstverständlich, dass der Harzüberzug bei kleineren Flächen nachtheiliger wirkt als bei grossen, weil die Harzlösung beim Verdunsten an den Gränzen der Flächen aufsteigt, die Oberfläche des getrockneten Firnisses demnach concav erscheint. Sind die Flächen etwas grösser — etwa 4—5 mm im Quadrat, so bleibt der innerste Theil der Harzdecke hinreichend eben. Ein ziemlich stark gefirnisstes Rhombendruckaeder von Melanit bei einer Seitenlänge der Rhombenflächen von c. 5 mm gab in 5 Messungen

120°	9′	Grösster Fehler 9′
119	57	
120	7	
120	6	
119	59	

bei dickerer Harzlage und undeutlicherem Reflex in 4 Messungen

119°	52′	Grösster Fehler 10′
	50′	
120	0′	
119	54′	

Derselbe Krystall gab mit aufgelegten Deckglas 119° 35′, 119° 36′.

Verzeichniss der eingelaufenen Büchergeschenke

Von der Accademia Gioenia di scienze naturali in Catania:

Atti. Serie III. Tom. 13—15. 1879—81. 4°.

Vom Naturwissenschaftlichen Verein für Naturkunde in Wiesbaden:

Jahrbücher. Jahrg. 33 und 34. 1880 und 1881. 8°.

Von der astronomischen Gesellschaft in Leipzig:

a) Vierteljahrsschrift. 17. Jahrg. 1881—82. 8°.
b) Publikation xx. XVI. Synyzygien-Tafeln für den M[illegible] Th. v. Oppolzer. 1881. 4°.

Von der k. Akademie der Wissenschaften in Amsterdam:

a) Verhandelingen. XXI. Deel. 1881. 4°.
b) Verslagen en Mededeelingen: Afdeeling Natuurk[illegible] II. Reeks. XVI. Deel. 1881. 8°.
c) Processen-Verbaal. Afdeeling Natuurkunde 18[illegible] 1881. 8°.

Von der Société de géographie in Paris:

Compte rendu des séances. 1882. 8°.

Von der Philadelphia in Darmstadt:

36.—38. Jahresbericht nebst Beigabe zum 40. Jahresbe[illegible] 1879—81. 8°.

Vom North of England Institute of Mining and Mechanical Engineers in Newcastle-upon Tyne:

Transactions. Vol. 31. 1882. 8°.

Von der Académie des Sciences in Paris:

Oeuvres complètes d'Augustin Cauchy. I. Série. Tom. I. 1882. 4°.

Von der Senckenbergischen naturforschenden Gesellschaft in Frankfurt a/M.:

a) Der Fuchs-Affe und das Faulthier von Joh. Chr. G. Lucae. 1882. Folio.
b) Die Statik und Mechanik der Quadrupeden (Felis und Lemur) von J. C. G. Lucae. 1881. Folio.

Vom Observatory in Batavia:

Observations. Vol. IV. 1879. Folio.

Vom Ohio Mechanics Institute in Cincinnati:

Scientific Proceedings. Vol. I. 1882. 8°.

Vom American Museum of natural History in New-York:

Bulletin Nr. 1. 1881. 8°.

Vom physikalischen Central-Observatorium in St. Petersburg:

Annalen. Jahrg. 1880. Th. I. II. 1881. 4°.

Vom United States Naval Observatory in Washington:

Astronomical and meteorological Observations for the year 1876. 1880. 4°.

Vom Engineer Bureau, War Department in Washington:

Report upon United States geographical Surveys West of the 100th Meridian. Vol. VII. Archaeology. 1879. 4°.

Von der American Association for the Advanc
in Salem:

Proceedings, 29th Meeting held at Boston. 1881. 8°.

Von der Academy of Sciences in Ne

Annals. Vol. II. 1879—81. 8°.

Von der Redaktion des American Journal i

The American Journal of science. Vol. XXII 1881. 8°.

Von der Société malacologique in B

a) Annales. Tom. 13. Année 1878. 8°.
b) Procès-verbaux 1880—81. 8°.

Von der Società Toscana di scienze natur

Atti. Processi verbali. Vol. III. 1882. 8°

Von der Ecole polytechnique in P

Journal. Tom. 30 Cahier 49. 1881. 4°.

Von der k. Natuurkundige Vereeniging in N
in Batavia:

Natuurkundig Tijdschrift. Deel 40. 1881.

Vom Verein zur Beförderung des Gartenba

Monatsschrift. Jahrg. 1881 in 12 Heften.

Von der Société entomologique de Belgique

Annales. Tom. 25. 1881. 8°.

Vom Istituto Lombardo di Scienze in Mailand:

Osservazioni meteorologiche eseguite nella R. specola di Brera. Anno 1881. 1882. 4°.

Von der physikalisch-medicinischen Gesellschaft in Würzburg:

a) Sitzungsberichte. Jahrg. 1881. 8°.
b) Verhandlungen. Neue Folge. Bd. XVI. 1881. 8°.

Vom Comité international des poids et mesures in Paris:

Procès-verbaux des séances 1881. 1882. 8°.

Vom Observatory of Trinity College in Dublin:

Astronomical observations. Part. IV. 1882. 4°.

Von der zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien:

Verhandlungen. Jahrg. 1881. Bd. XXXI. 1882. 8°.

Von der medizinischen Gesellschaft in Berlin:

Verhandlungen. Bd. XII aus den Jahren 1880/81. 1882. 8°.

Vom R. Comitato geologico d'Italia in Rom:

Bollettino 1882. 8°.

Vom zoologisch-mineralogischen Verein in Regensburg:

Correspondenz-Blatt. 35. Jahrg. 1881. 8°.

Von der k. k. Gesellschaft der Aerzte in Wien:

Medizinische Jahrbücher. Jahrg. 1882. 8°.

Von der Geological Society in London:

a) The quarterly Journal. Vol. XXXVII. 1881. 8°.
b) List. Nov. 1st 1881. 8°.

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Vom naturhistorischen Verein von Wisconsin in Milwaukee:

Jahres-Bericht f. d. J. 1881—82. 1882. 8°.

Von der John Hopkins University in Baltimore:

American Chemical Journal. Vol. 4. 1882. 8°.

Von der Schweizerischen Geologischen Commission in Bern:

Beiträge zur geolog. Karte der Schweiz. Lief. XXIII. 1881. 4°.

Von der Schweizerischen Gesellschaft für die gesammten Naturwissenschaften in Bern:

a) Verhandlungen der Schweizer naturforschenden Gesellschaft in Aarau den 7.—10. August 1881. Aarau 1881. 8°.
b) Compte rendu des travaux de la Société helvétique des sciences naturelles réunie à Aarau les 8—10 août 1881. Genève 1881. 8°.

Von der k. k. geologischen Reichsanstalt in Wien:

a) Jahrbuch 1882. Bd. XXXII. 1882. 4°.
b) Verhandlungen. 1882. 4°.

Vom Verein zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse in Wien:

Schriften. 22. Bd. Vereinsjahr 1881/82. 1882. 8°.

Von der K. K. Central-Anstalt für Meteorologie in Wien:

Jahrbücher. Jahrg. 1878. N. F. Bd. XV.
Jahrg. 1880. N. F. Bd. XVII. 1881. 4°.

Vom naturwissenschaftlichen Verein an der k. k. technischen Hochschule in Wien:

Berichte V. 1882. 8°.

Von der k. k. zoologisch-botanischen Gesells

Die Laubmoosflora in Oesterreich-Ungarn vo
J. B. Förster. 1882. 8⁰.

Von der k. k. Akademie der Wissenschaf

Denkschriften:
Mathemat.-naturw. Classe. Bd. 43. 44. 18
Sitzungsberichte:
Mathemat.-naturw. Classe. I. Abth. Bd.
Mathemat.-naturw. Classe. II. Abth. Bd.
Mathemat.-naturw. Classe. III. Abth. Bd.
1881—82. 8⁰.

Von der geographischen Gesellschaft

Mittheilungen. Bd. 24. 1881. 8⁰.

Von dem American Museum of natural Hist

Bulletin Nr. 1. 1881. 8⁰.

Von der American Geographical Society

Bulletin. 1882. 8⁰.

Vom k. preussischen geodätischen Institu

a) Das rheinische Dreiecksnetz. III. Hef
gleichung. 1882. 4⁰.
b) Zur Entstehungsgeschichte der europäisc
1882. 4⁰.
c) Astronomisch-geodätische Ortsbestimmun
Moritz Löw. 1882. 4⁰.
d) der Einfluss der Lateral-Refraktion auf
Horizontwinkel von A. Fischer. 1882.
e) Gradmessungs-Nivellements zwischen Swi
stanz. Von Wilh. Seibt. 1882. 4⁰.

Von der Kaiserlichen Normal-Aichungs-Komm

Denkschrift betr. die Thätigkeit der Kommission.

Von der deutschen geologischen Gesellschaft in Berlin:

Zeitschrift. Bd. XXXIV. 1882. 8⁰.

Vom naturhistorischen Landes-Museum in Klagenfurt:

a) Jahrbuch. XV. Heft. 1882. 8⁰.
b) Bericht über das naturhist. Landes-Museum 1880—81. 1882. 8⁰.
c) Diagramme zu magnetischen und meteorologischen Beobachtungen. 3 Hefte. Fol.

Von der k. k. Sternwarte in Prag:

Beobachtungen im J. 1881. 42. Jahrgang. 1882. 4⁰.

Von der Entemologisk Förening in Stockholm:

Entomologisk Tidskrift. 1882. 8⁰.

Von der naturforschenden Gesellschaft in Leipzig:

Sitzungsberichte. Jahrg. 1881. 8⁰.

Vom Verein für Erdkunde in Leipzig:

Mittheilungen 1881. 1882. 8⁰.

Von der Universität in Upsala:

Bulletin mensuel de l'Observatoire météorologique de l'Université d'Upsal. Vol. XIII. Année 1881. 1881/82. 4⁰.

Vom Real Osservatorio di Brera in Mailand:

a) Pubblicazioni Nr. XX. Osservazioni meteorolog. orarie, rilevate da Celso Fornioni. 1882. 4⁰.
b) Pubblicazioni Nr. XXI. 1882. 4⁰.

Von der American Pharmaceutical Association in Philadelphia:

Proceedings at the 29th annual Meeting, held in Kansas City, August 1881. 1882. 8⁰.

Von der Academy of natural sciences in Philadelphia:

Proceedings. 1881. 8⁰.

Von der Pharmaceutical Association in Philadelphia:

18th annual Report of the Alumni Association for the y 1881—82. 1882. 8⁰.

Von der Commission zur wissenschaftlichen Untersuchung deutschen Meere in Kiel:

4. Bericht der Commission für die Jahre 1877—1881. V bis XI. Jahrg. I. Abth. Berlin 1882. Fol.

Vom naturwissenschaftlichen Verein in Graz:

Mittheilungen. Jahrg. 1881. 1882. 8⁰.

Von der Zoological Society in London:

a) General Index to the Transactions Vol. I—X. (1835—7 1881. 4⁰.
b) Proceedings 1882 und Index 1871—1880. 1882.

Von der Senkenbergischen naturforschenden Gesellschaft Frankfurt a./M.:

Bericht 1880—81. 1881. 8⁰.

Von der naturforschenden Gesellschaft in Emden

66. Jahresbericht 1880/81. 1882. 8⁰.

Vom Geological Survey of Canada in Montreal:

Report of Progress for 1879—80. 1881. 8⁰ mit Karten

Von der Redaktion des Archivs der Mathematik in Greifs

Archiv der Mathematik und Physik. Theil 68. Leipzig 1882.

Vom naturwissenschaftlichen Verein von Neu-Vorpommern und Rügen in Greifswald:

Mittheilungen. 13. Jahrg. Berlin 1882. 8°.

Von der Società Adriatica di scienze naturali in Triest:

Bolletino. Vol. VII. 1882. 8°.

Von der physikalisch-ökonomischen Gesellschaft zu Königsberg:

Schriften. Jahrgang 22. 1881. 1882. 4°.

Von der Société Vaudoise des sciences naturelles in Lausanne:

Bulletin. 2. Sér. Vol. XVIII. Nr. 87. 1882. 8°.

Von der Asiatic Society of Bengal in Calcutta:

Descriptions of new Indian Lepidopterous Insects by Fred. Moore. Part. II. 1882. 4°.

Vom Geological Survey Office in Calcutta:

a) Memoirs. Vol XVIII. 1881. 4°.
b) Palaeontologia Indica. 3 Parts. 1881—82. Fol.
c) A Manual of the Geology of India. Part. III. Economic Geology by V. Ball. 1881. 8°.

Vom Meteorological Department of the Government of India in Calcutta:

a) Report on the Administration. 1880—1881. Fol.
b) Indian Meteorological Memoirs by Henry F. Blanford. Vol. I. Part. 6. 1876—1881. Fol.
c) Meteorological Observations. August 1880 bis Februar 1881. Fol.
d) Report on the Meteorology of India by Henry E. Blanford. 5th Year. 1881. Fol.
e) Meteorological Observations. Juli bis September 1881. 1882. Fol.

Von der Società Toscana di scienze naturali in Pisa:

Processi verbali. Vol. III. 1882. 8°.

Vom Observatory in Adelaide, South Australia:

Meteorological Observations during the year 1879. 1881. Fol.

Von der naturforschenden Gesellschaft in Freiburg im Br.:

Berichte über die Verhandlungen. Bd. 8. 1882. 8°.

Von der Sternwarte des eidgenössischen Polytechnikums in Zürich:

Schweizerische meteorologische Beobachtungen. 18. Jahrgang. 1881. 4°.

Vom United States Naval Observatory in Washington:

Astronomical and Meteorological Observations made during the year 1877. 1881. 4°.

Von der American Medical Association in Washington:

The Transactions Vol. 32. 1881. 8°.

Vom Secretary of War in Washington:

Annual Report of the Chief-Signal-Officer to the Secretary of War for the year 1879. 1880. 8°.

Vom U. S. Coast and Geodetic Survey Office in Washington

Report for the year ending with June 1878. 1881. 4°.

Vom War Department in Washington:

Professional Papers of the Signal-Service. Nr. 1—6. 1881 bis 1882. 4°.

Von der Redaktion des American Journal in New-Haven

The American Journal of Science. Vol. XXIII. 1882. 8°.

Von Essex Institute in Salem:

The flora of Essex County, Massachusetts, by John Robinson. 1880. 8°.

Vom botanischen Verein in Landshut:

8. Bericht über die Vereinsjahre 1880—81. 1882. 8°.

Von der Société des sciences de la Basse-Alsace in Strassburg:

Bulletin trimestriel. Tom. XVI. 1882. 8°.

Von der Kaiserlichen Leopoldo-Carolinischen deutschen Akademie der Naturforscher in Halle a/S.

Nova Acta. Tom. 42. 43. 1881—82. 4°.

Von der naturforschenden Gesellschaft Graubündens in Chur:

Jahresbericht. N. F. XXV. Jahrg. 1880—81. 1882. 8°.

Von der Académie des sciences in Paris:

Comptes rendus. Tom. 95. 1882. 4°.

Von der Société de Geographie in Paris:

Bulletin. 1882. 8°.

Vom naturwissenschaftlichen Verein für die Provinz Sachsen und Thüringen in Halle:

Zeitschrift für die gesammten Naturwissenschaften. Bd. 54. Jahrg. 1881. Berlin 1881. 8°.

Vom Observatorio nacional Argentino in Córdoba:

Resultados Vol. II. Buenos Aires 1881. 4°.

Von der Oficina meteorológica Argentina in Córdoba:

Anales. Tomo II. Buenos Aires 1881. 4°.

Vom naturwissenschaftlichen Verein in Magdeburg:

9.—12. Jahresbericht 1878—81. 1882. 8°.

Vom physikalischen Central-Observatorium in St. Petersburg:

Annalen. Jahrg. 1881. Th. I. 1882. 4°.

Vom Museum of comparative Zoology at Harvard College in Cambridge, U. S. A.:

Bulletin. Vol. X. 1882. 8°.

Von der k. bayerischen landwirthschaftlichen Centralschule in Weihenstephan:

Jahresbericht pro 1881—82. Freising 1882. 8°.

Von der R. Accademia delle scienze in Turin:

Bolletino dell' Osservatorio della Regia Università di Torino Anno XVI. 1881. 1882. 4°.

Von der Société géologique de Belgique in Lüttich:

Annales. Tom. 8. 1880—81. 1880—82. 8°.

Von der k. technischen Hochschule in München:

Bericht für das Studienjahr 1881—1882. 4°.

Vom Comitée der Norwegischen Nord-Atlantic Expedition in Christiania:

Den Norske Nordhavs-Expedition 1876—1878. Abth. IV und V. 1882. Fol.

Von der Royal Society in Tasmania:

Papers and Proceedings for 1880. 1881. 8°.

Von der Société Linnéenne in Lyon:

Annales. Tom. 28. Année 1881. 1882. 4°.

Von der Société d'agriculture in Lyon:

Annales. V. Série. Tom. 3. 1880. 1881. 4°.

Von der Académie des Sciences in Lyon:

Classe des Sciences. Tom. 25. Paris-Lyon 1881—82. 4°.

Von Herrn Eduard Regel in St. Petersburg:

Gartenflora. Stuttgart 1882. gr. 8°.
Decas plantarum novarum auctoribus E. R. a Travtvetter, E. L. Regel, C. J. Maximowicz, K. J. Winkler. Petropoli 1882. 4°.

Von Herrn L. Testut in Bordeaux:

Vaisseaux et nerfs des tissus, anatomie et physiologie. Paris 1880. 8°.

Von Herrn Piazzi Smyth in Edinburg:

a) Gaseous Spectra in Vacuum Tubes. 1881. 4°.
b) On the Constitution of the Lines forming the Low-Temperature Spectrum of Oxygen. 1882.
c) Madeira Meteorologic. 1882. 4°.

Von Herrn L. Rütimeyer in Basel:

Beiträge zu einer natürlichen Geschichte der Hirsche. Th. I. Zürich 1880—81. 4°.
Beiträge zu der Geschichte der Hirschfamilie I. Basel 1882. 8°.

Von Herrn H. Hildebrand Hildebrandsson in Stockholm:

Observations météorologiques faites par l'Expédition de la Véga du Cap Nord à Yokohama. 1882. 8°.

Von Herrn L. Kronecker in Berlin:

Grundzüge einer arithmetischen Theorie der algebraischen Grössen. Festschrift 1882. 4°.

Von Herrn Ramon Torres Muñoz de Luna in Madrid:

La España cientifica y agricola. Año I. 1882. Folio.

Von Herrn A. Kölliker in Würzburg:

Ueber die Lage der weiblichen inneren Geschlechtsorgane s. l. 1882. 4°.

Von Herrn J. de Baye in Chalons s./Marne:

L'Industrie Acheuléenne dans le Loess de la Brie-Champenoise. 1881. 8°.

Von Herrn B. v. Wüllerstorf-Urbair in Wien:

Die meteorologischen Beobachtungen am Bord des Polarschiffes Tegetthof. 1880. 4°.

Von Herrn Silvestro Zinno in Neapel:

a) Collezione di alcune memorie note ed opuscoli. 1880. 8°.
b) Influenza della chimica sull'origine e progresso della civiltà dei populi. 1881. 8°.
c) Analisi delle acque termo-minerali d'Ischia. 1881. 8°.

Von Herrn Ed. Dupont in Brüssel:

a) Sur l'origine des calcaires Devoniens de la Belgique. 1882. 8°.
b) Sur une revendication de priorité introduite devant l'Académie par M. G. Dewalque à propos de ma note sur l'origine des calcaires Devoniens de la Belgique. 1882. 8°.

Von Herrn Ferdinand Kroczak in Brünn:

Die Heilung der Tuberculose. 1882. 8°.

Von Herrn G. V. Schiaparelli in Mailand:

a) Osservazioni sulla topografia del pianeta Marte. Roma 1882. 4°.
b) Osservazioni astronomiche e fisiche sull' asse di rotazione e sulla topografia del pianeta Marte. Memoria II^a. Roma 1881. 4°.

Von Herrn A. Damour in Paris:

Analyse d'un mica vert. 1882. 8°.

Von Herrn Theodor von Oppolzer in Wien:

Syzygien-Tafeln für den Mond. Leipzig 1881. 4°.

Von Herrn Ferdinand von Müller in Melbourne:

a) Eucalyptographia. 8. Decade. 1882. 4°.
b) Fragmenta phytographiae Australiae. Vol. XI. 1878 bis 81. 8°.
c) Address on the Development of rural Industries. 1880 und 1882. 8°.

Von Herrn L. A. Huguet-Latour in Montreal. Canada:

a) Septième rapport sur le service des poids et mesures. Supplement Nr. II. Ottawa 1881. 8°.
b) Relevés des pêcheries pour l'année 1880. Ottawa 1881. 8°.
c) Académie commerciale catholique de Montréal. Année académique 1879—80. Montreal 1880. 8°.

Von Herrn Augustino Todaro in Palermo:

Hortus botanicus Panormitanus. Tom. II. Fasc. 2. Panormi 1879. Fol.

Von Herrn W. Blasius in Braunschweig:

a) Beiträge zur Kenntniss der Vogelfauna in Borneo. 1881. 8°.
b) Neue Beiträge zur Kenntniss der Vogelfauna von Borneo. 1882. 8°.
c) Die Neuaufstellung des herzogl. naturhistorischen Museums in Braunschweig. 1879. 8°.

Von Herrn Paul Schreiber in Chemnitz:

a) Die Wagemanometer. (Separat-Abdruck.)
b) Entwurf eines Telemeteorographen. (Separat-Abdruck.)

c) Teleanemometer. (Separat-Abdruck.)
d) Der hydrostatische Barograph. (Separat-Abdruck.)

Von Herrn Alexis de Tillo in Leipzig:

Notice sur le congrès des géographes allemands à Halle (12—14 Avril 1882). Paris et Leipzig 1882. 8°.

Von Herrn Friedrich Prym in Würzburg:

a) Untersuchungen über die Riemann'sche Thetaformel. Leipzig 1882. 4°.
b) Kurze Ableitung der Riemann'schen Thetaformel. Berlin 1882. 4°.

Von Herrn Adolph Krazer in Würzburg:

Theorie der zweifach unendlichen Thetareihen. Leipzig 1882. 4°.

Von Herrn A. Waltenberger in München:

Orographie des Wettersteingebirges und der Miemingerkette. Augsburg 1882. 4°.

Von Herrn C. Struckmann in Hannover:

Die Einhornhöhle bei Scharzfeld am Harze. Berlin 1882. 4°.

Von Herrn Alph. de Candolle in Genf:

Darwin considéré au point de vue des causes de son succès. Genève 1882. 8°.

Von Herrn German Burmeister in Buenos Aires:

Atlas de la Republique Argentine. II. Section: Mammifères. Livr. I. Die Bartenwale. 1881. Fol.

Von Herrn Rudolph Wolf in Zürich:

Astronomische Mittheilungen. Nr. 55 und 56. 1882. 8°.

Von Herrn G. vom Rath in Bonn:

Durch Italien und Griechenland nach dem heiligen Land. Bd. I. Heidelberg 1882. 8°.

Von Herrn Hermann Kolbe in Leipzig:

Journal für praktische Chemie. N. Folge. Bd. 26. 1882. 8°.

Von Herrn Joseph Adolph Kaiser in St. Gallen:

Zeitschrift zu Ehren des XXVjährigen Bestandes einer gemeinsamen Kantonsschule. 1882. 4°.

Von Anonymus in Este:

Trisezioni dell' angolo di un' Atestino. Este 1882. 8°.

Von Herrn F. C. Donders in Utrecht:

Onderzoekingen gedaan in het Physiologisch Laboratorium der Utrechtsche Hoogeschool. III. Reeks. Bd. VII. 1882.

Von der naturforschenden Gesellschaft in Bamberg:

12. Bericht 1882. 1882. 8°.

Von der physikalischen Gesellschaft in Berlin:

Die Fortschritte der Physik im Jahre 1877. 33. Jahrg. Abth. 1—3. 1882. 8°.

Vom physikalischen Verein in Frankfurt a./M.

Jahresbericht für d. J. 1880/81. 1882. 8°.

Von der oberhessischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde in Giessen:

21. Bericht. 1882. 8°.

Vom Verein der Aerzte in Steiermark in Graz:

Mittheilungen. 18. Vereinsjahr 1881. 1882. 8°.

Vom Siebenbürgischen Verein für Naturwissenschaften in Hermannstadt:

Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrg. 32. 1882. 8°.

Vom naturwissenschaftlich-medizinischen Verein in Innsbruck:

Berichte. 12. Jahrgang. 1881/82. 1882. 8°.

Von der Akademie der Wissenschaften in Krakau:

a) Rozprawy matemat. Tom. 9. 1882. 8°.
b) Pamietnik matemat. Tom. 7. 1882. 4°.
c) Antropolog. Tom. 6. 1882. 8°.
d) Taczanowski, Ptaki Krajowe. Tom. 1. 1882. 8°.

Von der anthropologischen Gesellschaft in Wien:

Mittheilungen. Bd. XII. 1882. 4°.

Von der k. k. geologischen Reichsanstalt in Wien:

Abhandlungen. Bd. X. 1882. Fol.

Von der naturforschenden Gesellschaft in Basel:

Verhandlungen. 7. Theil. 1882. 8°.

Von der schweizerischen geologischen Commission in Bern:

Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz. Lieferung 20. Bd. XXIII. A. u. B. 1882.

Von der Norwegian North-Atlantic Expedition in Christiania:

Den Norske Nordhav-Expedition 1876—1878. No. 11. 12. Zoologi. 1882. 4°.

Von der Norwegischen Commission der europäischen Gradmessung in Christiania:

a) Geodätische Arbeiten. Heft 1—3.
b) Vandstandsobservationer. Heft 1. 1882. 4°.

Von der Administration des mines en Finlande in Helsingfors:

Finlands geologiska Undersökning. Kartbladet Nr. 5 mit erläut. Text. 1882. 8°.

Von der k. Akademie der Wissenschaften in St. Petersburg:

Neue Reduction der Bradley'schen Beobachtungen von Arthur Auwers. Bd. II. 1882. 4.

Vom Muséum d'Histoire naturelle in Paris:

Nouvelles Archives. II. Série. Tom. 4. 1881. gr. 4°.

Von der Accademia Gioenia di scienze naturali in Catania:

Atti. Serie III. Tom. XVI. 1882. 4°.

Vom Reale Osservatorio di Brera in Mailand:

Pubblicazioni Nr. VII. parte 1. u. Nr. XV. 1880—82. 4°.

Vom Instituto y Observatorio de marina de San Fernando in Cadix:

Anales. Seccion 2. Observaciones meteorológicas. Año 1879—1881. 1880—82. Fol.

Vom Indian Museum in Calcutta:

a) Handlist of Mollusca in the Indian Museum by Geoffroy Nevill. Part I. Gastropoda. Fascic. E. 1878. 8°.
b) Catalogue of Mammalia in the Indian Museum by John Anderson. Part I. 1881. 8°.
c) Monograph of the Asiatic Chiroptera in the Indian Museum by G. E. Dobson. London 1876. 8°.

Von der Seismological Society of Japan in

Transactions. Vol. 1—4. 1880—82. 8⁰.

Von der John Hopkins University in Bal

American Journal of Mathematics. Vol. V. 18

Vom Department of Agriculture in Wash

Annual Report of the Commissioner of Agricultur
1880. 1881. 8⁰.

Vom Secretary of the Navy in Washing

Instructions for Observing the Transit of Venus
1882. 4⁰.

Vom Surgeon-General's Office, U. S. Army in

Index-Catalogue of the Library. Vol. III. 1882

Vom War Department in Washingto

Professional Papers of the Signal Service. Nr. VI

Von der Sociedad de geografia y estadistica i

Boletin. Tom. 6. 1882. 8⁰.

Von der Royal Society of New-South-Wales i

Annual Report of the Department of Mines for th
1882. Fol.

Von Herrn Ernest van den Broeck in Brüssel:

a) Exposé sommaire des observations et découvertes stratigraphiques et paléontologiques faites dans les dépôts marins du Limbourg pendant les années 1880—1881.
b) Note sur les levés géologiques de M. M. van Ertborn et Cogels. 1882 8⁰.
c) Observations géologiques faites à Anvers. 1882. 8⁰.
d) Diestien, Casterlien et Scaldisien, note sur les dépôts lagunaires pliocènes. 1882. 8⁰.

Von Herrn G. Dewalque in Lüttich:

Fragments paléontologiques. 1882. 8⁰.

Von Herrn K. Haushofer in München:

Krystallographische Untersuchungen. Leipzig 1882. 8⁰.

Von Herrn Grewingk in Dorpat:

Geologie und Archäologie des Mergellagers von Kunda in Estland. 1882. 8⁰.

Von Herrn L. A. Huguet-Latour in Montreal:

a) Proceedings at the annual Meeting of the Natural History Society of Montreal, held May 19th 1873. 1873. 8⁰.
b) Official Programm. Provincial Exhibition, Montreal. Sept. 1882. 1882. 8⁰.

Von Herrn Francis E. Nipher in Washington:

On a property of the isentropic curve for a perfect gas etc. Saint Louis 1882. 8⁰.

Von Herrn Gerhard vom Rath in Bonn:

Durch Italien und Griechenland nach dem heiligen Land. Bd. 2. Heidelberg 1882. 8⁰.

Von Herrn S. Robinski in Berlin:

Du développement du typhus exanthématique. Paris 1881. 8°.

Von Herrn William Thomson in Melbourne:

The Germ-theory of Phthisis verified. 1882. 8°.

Von Herrn Augustino Todaro in Palermo:

Hortus botanicus Panormitanus. Tom. II. Fasc. 3. 1882. Fol.

Von Herrn G. Tschermak in Wien:

Ueber die Meteoriten von Mocs. 1882. 8°.

Von Herrn Rudolf Wolf in Zürich:

Astronomische Mittheilungen Nr. LVII. 1882. 8°.

Von Herrn S. P. Zechini in Turin:

L'azione fatale dell' uomo sulla terra. Torino 1882. 8°.

Namen-Register.

Ammon L. v 507.
Auwers A. (Wahl) 620.

Bischoff Theod. v. 243. 356.
Brandl J. 118.
Brill Alexander (Wahl) 620.
Buchner Hans 147.

Delesse Achille (Nekrolog) 263.
Du Bois-Reymond P. 240.

Ebermayer E. 114.
Erlenmeyer Emil 606.

Feder Ludwig 130.
Fischer Emil 247.

Gümbel C. W. 170. 197.

Haushofer Carl 620 (Wahl). 638.
Heine Heinrich Eduard (Nekrolog) 263.

Kittler Erasmus 1. 467.
Kobell v. 259.
Kupffer C. W. 608. 619 (Wahl). 621.

Lommel E. 39.

Miller A. 377.

Pfaff E. 551.

Radlkofer L. 265. 619 (Wahl).
Roscoe Henry E. (Wahl) 620.

Schlagintweit-Sakünlünski Herm. v. (Nekrolog) 259.
Schleiden Mathias Jakob (Nekrolog) 261.
Schröder H. 57.
Schwann Theodor (Nekrolog) 262.
Schweinfurth Georg (Wahl) 620.

Vaněček J. S. 463.
Vierordt C. v. (Wahl) 620.
Vogel Aug. 114. 345. 595.
Voit C. v. 130.

Wislicenus Joh. (Wahl) 620.

Zittel K. A. 105.
Zirkel Ferdin. (Wahl) 620.

Sach-Register.

Ameisensäure 345.
Arvicola arvalis (Feldmaus), deren Ei 621.
Asseln fossile 507.

Befruchtungsakt bei Bufo variabilis und vulgaris 608.
Bodenanalyse 595.
Borsäure, deren Krystallform 638.
Büchereinlauf 138. 252. 369. 646.
Bufo variabilis und vulgaris (Kröten) 608.

Caffëin 247.

Daniellsches Element, seine elektromotor. Kraft 467.
Dolomite 551.
Druckschriften s. Büchereinlauf.

Ei von Arvicola arvalis 621.
Elektromotor. Kraft des Daniell'schen Elementes 467.
Ems, Geologie der Umgegend 197.

Feuerländer, deren Geschlechtsverhältnisse 243. 356.

Geologie der Goldküste in Afrika 170.
Geologische Fragmente aus der Umgegend von Ems 197.
Goldküste afrikanische, deren Geologie 170.

Integrirbare Funktionen 240.
Inversion allgemeine 461.

Kalksteine und Dolomite 351.
Kryolithgruppe, chem. Zusammensetzung der Mineralien derselben 119.

Lichtbrechung, elliptische Doppelbrechung 39.

Milzbrandcontagium, seine experimentelle Erzeugung 147.
Molecularkräfte, Einfluss der Temperatur auf dieselben 377.
Molecularrefraction flüssiger Verbindungen 57.

Nekrologe 259.

Omphalocarpum, eine Gattung der Sapotaceen 265.
Orthoklas, Zwillingsbildungen an demselben 641.

Pflanzen, deren Physiologie 114.
Physiologie der Pflanzen 114.
Plicatocrinus 105.

Sapotaceen, Familie der 265.
Spannungsdifferenzen zwischen Metall und Flüssigkeiten 1.

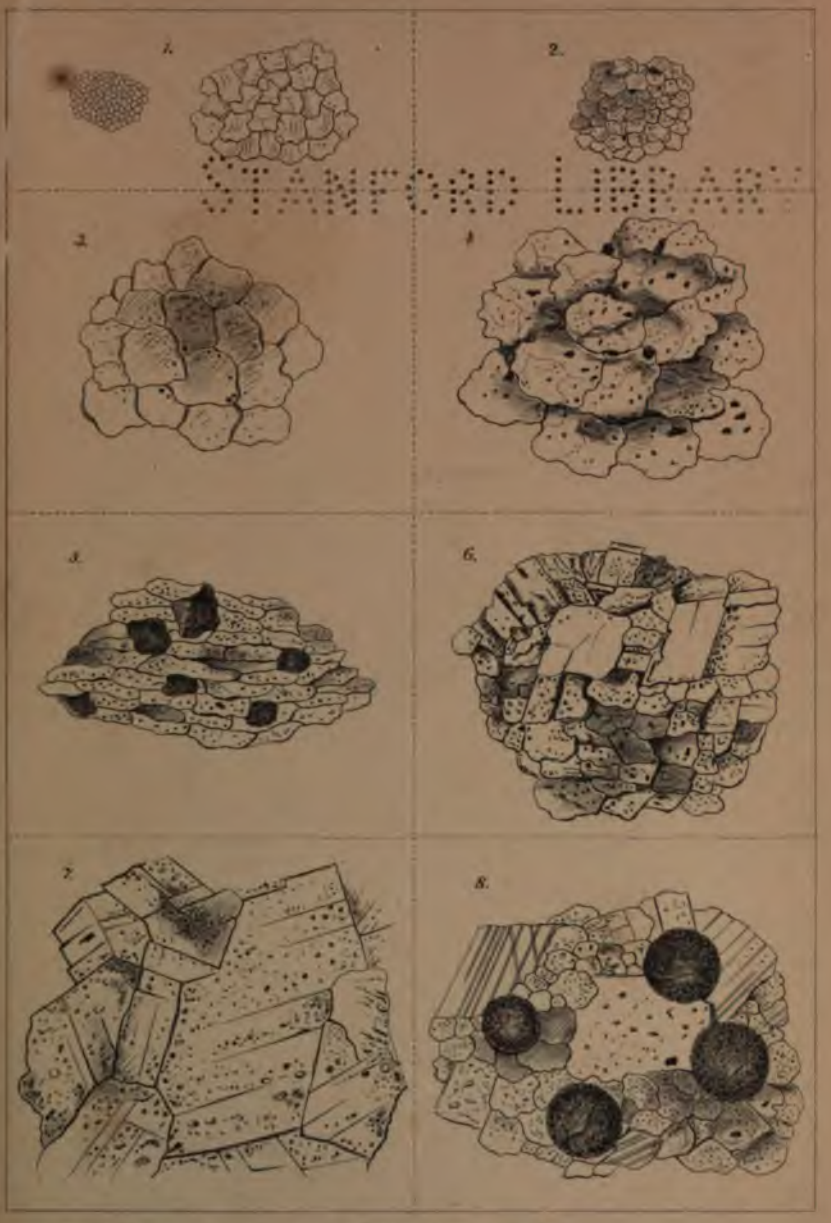
Temperatur, deren Einfluss auf die Molecularkräfte 377.
Theobromin 247.
Thierkörper, Zersetzungen in demselben 130.
Tyrosin künstliches 606.

Wahlen akadem. 619.

Xanthin, Umwandlung in Theobromin und Caffein 247.

Zersetzungen im Thierkörper 130.

STANFORD LIBRARY



STANFORD LIBRARY

I.
II.
III.
IV.

Kupffer: E

Fig: 1

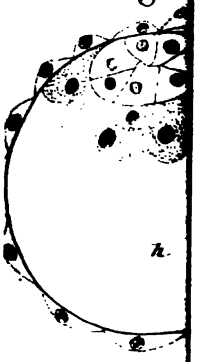
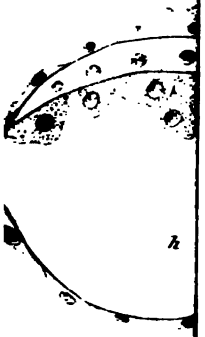


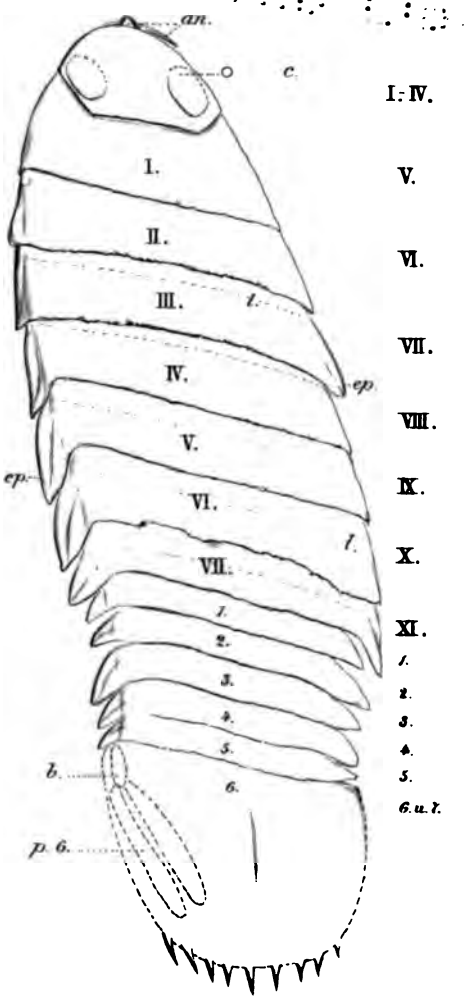
Fig: 2

Fig:

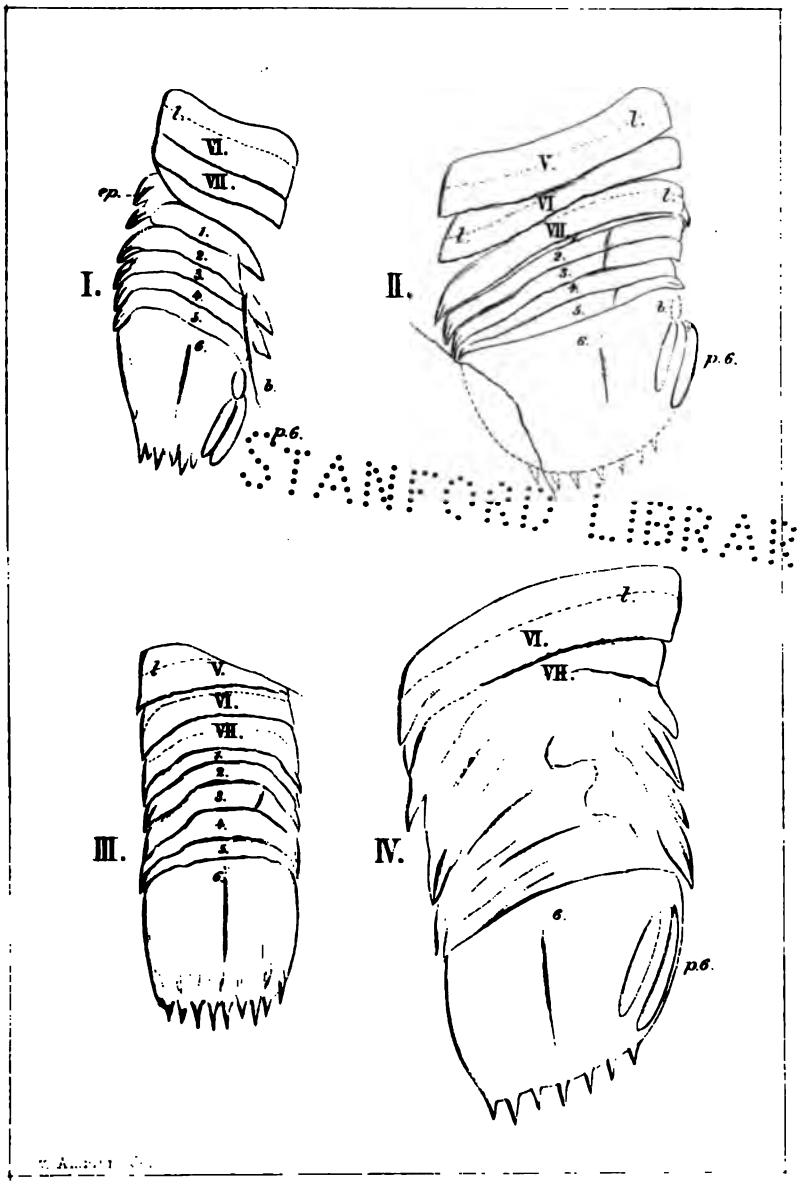


Sitz. Ber d. k. b. A

STANFORD LIBRARY


an.
c.
I.
II.
III.
IV.
V.
VI.
VII.
ep.
ep.
l.
l.
1.
2.
3.
4.
5.
6.
b.
p. 6.
I.-IV.
V.
VI.
VII.
VIII.
IX.
X.
XI.
1.
2.
3.
4.
5.
6. u. 7.

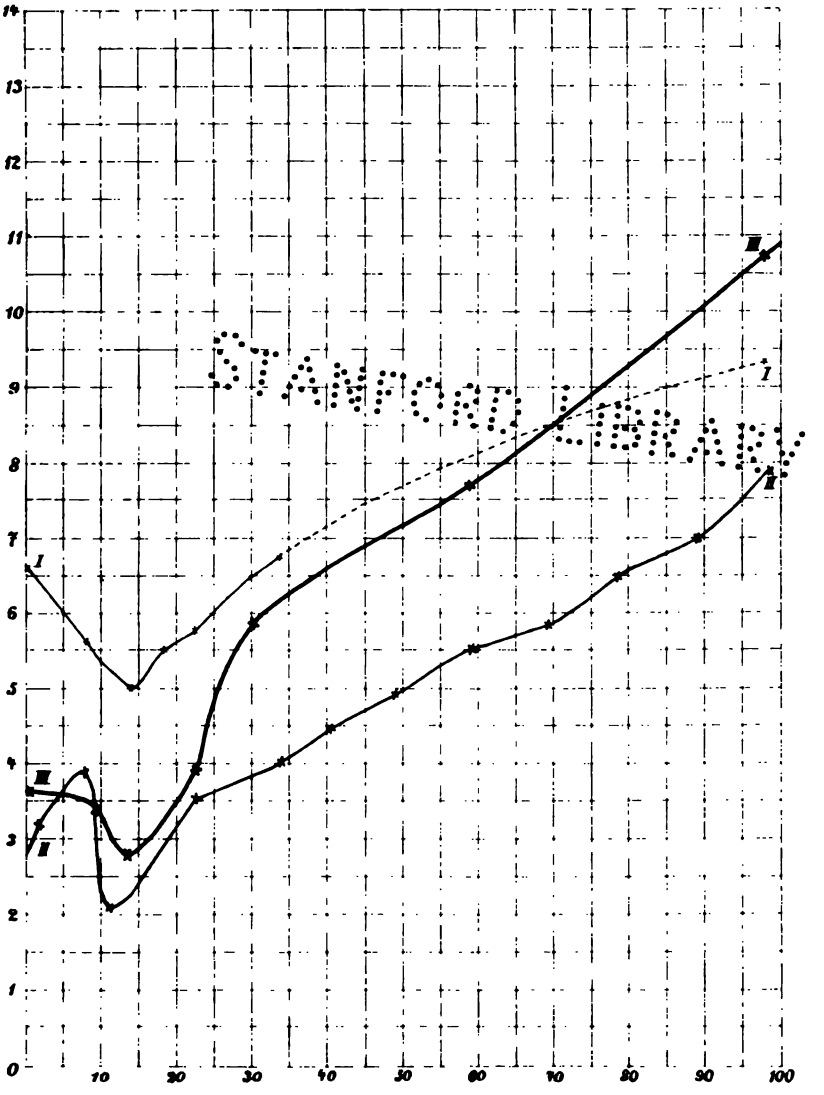
v. Amm. n. lit.



STANFORD LIBRARY

Zu Dr. A. Miller's Abhandlung.

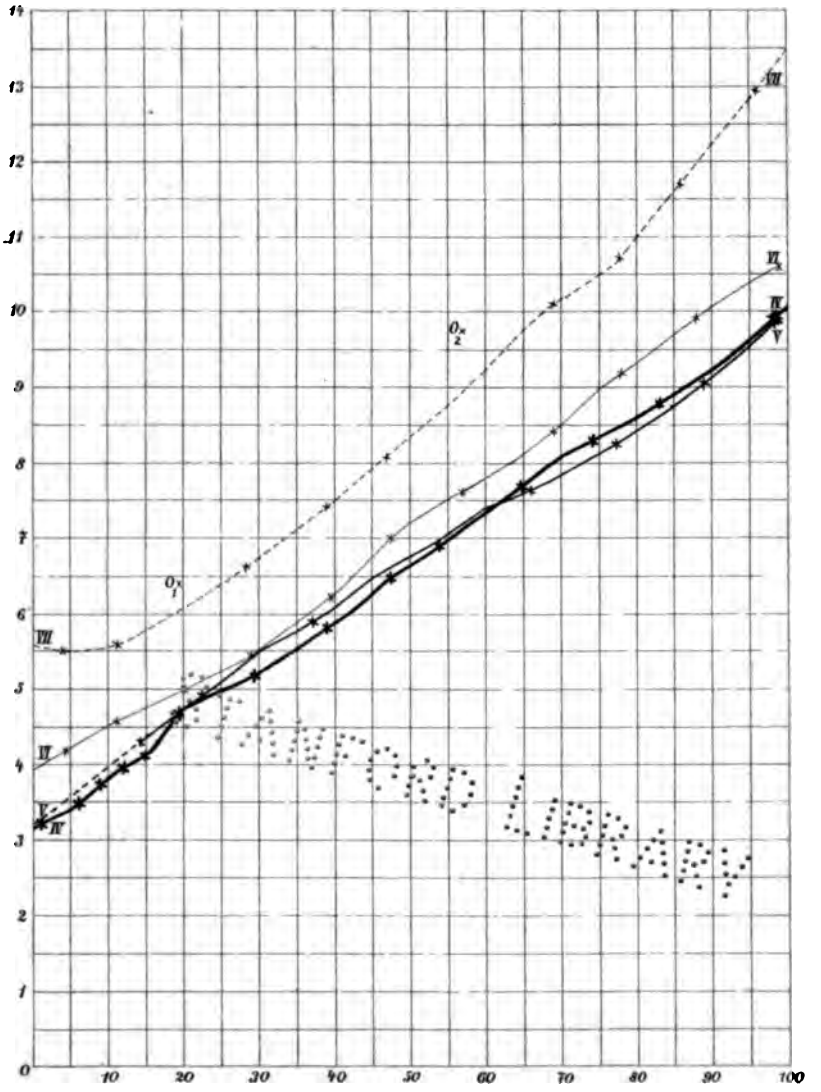
Fig. 5.



STAMFORD LIBRARY

Zu Dr. A. Miller's Abhandlung.

Fig. 6.



157057 bd. 11-12
063 K.b.Akademie der wissenschaften,Munich.
W966-m Sitzungsberichte der mathematisch-physikalischen classe. Jahrg. 1881-82.

NAME DATE NAME DATE

Stanford University Libraries
3 6105 005 431 312